

# Eiserne Klappbrücke zu Königsberg i. P.

Reisebericht von diplom. Ingenieur K. Kinzer.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XVIII—XX.)

Die Stadt Königsberg i. P. besitzt über die beiden Arme des Pregels eine Reihe hölzerner Strassenbrücken, die, damit die bemasteten Seeschiffe ungehindert ein- und auslaufen können, von jeher als Klappbrücken zur Ausfuhrung gelangt sind. In dem Maasse als diese älteren Bauwerke einer Auswechslung bedürfen, werden sie durch geeignete Eisenkonstruktionen ersetzt. So sind denn auch bereits im Jahre 1878 die kleinere, sogenannte Honigbrücke nach dem preisgekrönten Konkurrenzentwurfe des nunmehrigen Stadtbaurathes Frühling, sowie später die „Hohe Brücke“ als eiserne Klappbrücken ausgebaut worden.

Gegenwärtig wird an Stelle der alten Kottelbrücke ebenfalls ein Neubau ausgeführt, der nicht allein darum Beachtung verdient, weil unseres Wissens die Königsberger Brücken neben der grossen 23m weiten Klappbrücke zu Rotterdam und einigen ähnlichen, älteren Ausführungen zu Kopenhagen die einzigen derartigen Anlagen auf unserem Kontinente sind, sondern vielmehr darum, weil für die Konstruktionen des in Rede stehenden Neubaus bereits die mehrjährigen Erfahrungen nutzbringend verworthe werden konnten.

Mannigfache Erwägungen, zumeist auf örtlichen Verhältnissen beruhend, haben für den Umbau der Kottelbrücke die Wahl zwischen Dreh- oder Klappbrücke zu Gunsten der letzteren entschieden. Hier sei nur angeführt, dass bei der dichten Aufeinanderfolge der Pregelbrücken in Königsberg, falls dieselben als Drehbrücken ausgeführt würden, zu bedeutende Längen als Lös- und Liegeplätze der Schiffe verloren gingen und dass eine Durchfahrt unbemasteter Schiffe bei geschlossener Drehbrücke, da deren Träger eine verhältnissmässig grössere Konstruktionshöhe beanspruchen, nur bei besonders niederem Wasserstande stattfinden könnte. Auch war in vorliegendem Falle die durch den nothwendig dicken Drehpfeiler hervorgerufene Verengung des Durchflussprofils nicht mehr angängig und konnte man sich zu dem Experimente einer schwächeren Drehpfeilerkonstruktion, etwa nach dem Patente Pröll und Scharowski nicht gut entschliessen. Uebrigens musste der Ausfall der Gasbeleuchtung bei einer für den Strassenverkehr bestimmten Drehbrücke als ein ungünstiges Moment in Anschlag gebracht werden.

Aus diesen und noch anderen Gründen wird auch die Kottelbrücke, wie ihre beiden Vorgängerinnen, als eiserne Klappbrücke mit hydraulischen Betriebseinrichtungen ausgeführt.

Sie übersetzt den 54.3m breiten Flussarm in normaler Richtung vermittelst dreier Oeffnungen, wobei auf die beiden uferseitigen festen Brückentheile je 16.8m Spannweite entfallen, während der Abstand zwischen den Drehachsen der Klappen 18.5m beträgt.

Der eigentliche Schiffsdurchlass misst zwischen den Spundwänden der Mittelpfeiler 12.5m und erweitert sich nach oben hin auf 13.7m. Bei gänzlicher Aufrichtung der Klappen ist zwischen den Spitzen derselben, da diese alsdann noch 1.25m hinter die Flucht der Pfeilerspundwände zurückschlagen, eine freie Weite von 15m zu erzielen.

Die Breite der festen Ueberbrückungen beträgt 12m, jene der Klappen nur 11m. Diese Einschränkung der Klappenbreite geschah einerseits aus dem Grunde, um möglichst leichte Klappen zu erhalten und andererseits, um für den Brückenwärter einen geeigneten Operationsstandpunkt auf dem Mittelpfeiler zu gewinnen; sie erfolgte durch Verminderung der Gehstegbreiten von 2.5m auf 2m, während die Fahrbahn auch auf den Klappen mit 7m Breite beibehalten worden ist.

Die festen Brückentheile liegen im Längengefälle von 1:40 und die Klappen in einem solchen von 1:100.

Für die Pfeilerfundirung wurden Grundpfähle gerammt, die ein zwischen Spundwänden eingebrachtes Betonmassiv tragen und deren Austheilung darnach bemessen wurde, dass jeder einzelne bei den Mittelpfeilern mit 24 t, bei den Landpfeilern mit bis zu 30 t belastet ist. Da bei der grossen Tiefe des Pregels die Betonklötze, wie dies aus dem Längenschnitt Fig. 2, Taf. XVIII hervorgeht, bis zu 7m Höhe über die Flusssohle heraufragen, war ein kräftiger Zusammenhalt der Spundwände dringend erwünscht. Derselbe ist durch Eisenschliessen bewirkt worden, die indessen nicht aussen, sondern an innen angeordneten, mit jedem zweiten Spundpfahle verschraubten T-förmigen Längsriegeln angreifen. Bei den mit der Strömung im frischen Haff sich rasch ändernden Pregelwasserständen ist durch diese Innenlage der Zwingen die anderenfalls unvermeidliche Taucherarbeit umgangen worden. Das Pfeilermauerwerk ist aus Klinkern in Cementmörtel aufgeführt und sind die Ansichtsflächen durch besondere lichtgelbe Formklinker verblendet. Die Bekrönungen, sowie auch die Vertikalkanten der wegen dem Wechsel der Stromrichtung und des Eisganges an beiden Enden spitzbogig geformten Pfeiler sind aus schwedischem Granit hergestellt. Damit ein Auffahren der Schiffe auf die Spundwände nicht stattfinden kann, sind über die letzteren an den Durchfahrtsseiten der Strompfeiler eiserne mit Holz gepolsterte Prellböcke aufgesetzt, die mit dem Pfeilermauerwerke selbst genügend verankert sind. Die landseitigen Widerlager sind durch je vier eiserne Erdanker entsprechend hereingehalten.

Ueber die eisernen Ueberbauten der festen Brückentheile ist wenig zu bemerken. Sie konnten bei der angegebenen Spannweite noch als vollwandige Blechbrücken hergestellt werden. Neben den kurrenten, 4.2m auseinanderliegenden Querträgern ist im letzten, dem Mittelpfeiler zu-

gekehrten Felde und zwar 1.5 m vom Auflager entfernt, noch ein Zwischenquerträger eingeschaltet, der der Klappe als negativer Stützpunkt dient. Ueber den in Entfernungen von 1.14 m angeordneten sekundären Längsträgern lagern verzinkte Zorèseisen, deren 29 cm betragende Mittelabstände dadurch fixirt sind, dass quer über ihren Köpfen und unter ihren Füßen je ein Winkeleisen mit gemeinschaftlichen Zwischenblechstücken angenietet ist (Fig. 6, Taf. XVIII). Durch diese in der Mitte der Stützweiten der Zorèseisen sich stets wiederholende Versteifung wird auch eine bessere Uebertragung der Einzellasten auf mehrere Zorèseisen bewirkt.

Zwischen den Flanschen der Zorèseisen sind die sich ergebenden Fugen durch Klinker überdeckt und auf die so gebildete Unterlage ein 12 cm, bezw. 7 cm starker Belag aus Asphaltbeton (Mischung aus Asphalt, Theer, Kies und Steinschlag) aufgebracht. Das darüber befindliche Granitpflaster erhält Asphaltfugenverguss und die beiderseitigen auf den festen Brückentheilen ebenfalls mit Zorèseisen und Klinkern abgedeckten Gehwege einen 2.3 cm dicken Asphalt-Estrich.

Die Gehwege der Klappen sind nur mit Holz bedielt. Nach den in Königsberg gemachten Erfahrungen hat sich Weissbuchenholz, vornehmlich als Bruckstreu, am besten bewährt.

Die Zusammenfügung der Klappen aus Haupt-, Quer- und sekundären Längsträgern ist wie bei den beiden älteren eisernen Klappbrücken erfolgt und aus den Zeichnungen auf Taf. XIX, ersichtlich. Auch ist für die Verriegelung der geschlossenen Klappen die, den Brücken zu Kopenhagen entnommene und auch in Königsberg als bewährt befundene Fingerkonstruktion wieder angewendet.

Die Klappenhauptträger legen sich mit ihrem hinteren Ende gegen den schon erwähnten Zwischenquerträger der festen Brückentheile und finden als vordere positive Stützpunkte auf dem Pfeiler aufruhende Keillager.

Der Fahrbelag der Klappen (Fig. 5, Taf. XVIII) ist wegen des mit der Witterung sich ändernden Bohllengewichtes, wie schon bei der „Hohen Brücke“, nicht aus Holz, sondern aus Gussstahlplatten hergestellt, die auf 52 cm von einander entfernten verzinkten Zorèseisen aufliegen und zu je vier an den zusammenstossenden Ecken durch einen gemeinschaftlichen Schraubenbolzen mit versenktem Kopfe niedergehalten sind. Zur Hintanhaltung des Geräusches und des Losewerdens der mit Doppelmutter versehenen Befestigungsschrauben sind zwischen die Zorèseisen und Fahrbelagplatten 5 mm dicke Plättchen aus Weissbuchenholz eingeschoben, welche Zwischenlagen sich bereits an der „Hohen Brücke“ als sehr empfehlenswerth gezeigt haben, während ein Versuch mit Bleiplättchen insoferne missglückt ist, als letztere sehr bald zerquetscht wurden und endlich ganz herausfielen. Die 5 mm dicken, auf der Oberfläche wabenförmig gerippten Gussstahlplatten von 50 × 52 cm im Gevierte sind an der Unterseite durch vier 7 cm hohe Fischbauchrippen armirt und mit Seitenflanschen versehen, wodurch auch eine Verschraubung untereinander ermöglicht ist. Damit die Anlage besonderer Pferdebahngleise auf den Klappen entfallen konnte, sind in die betreffenden Gussstahlplatten die Rinnen für die Spurkränze unter Einem mitgeformt worden.

Man hat sich über die Güte eines solchen eisernen Brückenbelages dadurch Rechenschaft zu geben versucht, dass man aus dem während einer längeren Verwendungszeit eingetretenen Gewichtsverluste auf die Gesamtdauer rückgeschlossen hat. Nach den bisherigen Beobachtungen glaubt man bei den in Königsberg verkehrenden schweren Fahrwerken annehmen zu dürfen, dass nach zehnjährigem Gebrauche etwa 25 % und nach 60 Jahren 100 % der Platten ausgewechselt sein werden.

Eine wesentliche Veränderung gegenüber den beiden anderen Brücken ist in der Ausbalanzirung der Klappen erfolgt. Während früher das Gegengewicht an das hintere Klappen-Ende mittelst einer Kette aufgehängt war und stets unter Wasser blieb, ist es im vorliegenden Falle mit der Klappe in fester Verbindung und spielt selbst bei den höchsten noch schiffbaren Wasserständen in der Luft, so dass seine Wirkung durch den Auftrieb keine Einbusse erleidet. Zu dem Ende musste in dem Pfeiler über die ganze Klappenbreite eine bei den für die Schifffahrt noch in Betracht kommenden Wasserständen wasserfrei zu haltende Aussparung angelegt werden. Hieraus erwuchs allerdings der Nachtheil, dass die Auflagerung der Drehachse nur ausserhalb der Klappenhauptträger geschehen konnte und für die Bewegung jeder Klappe, um allzu starken Torsionen vorzubeugen, zwei seitlich anzuordnende Betriebsmechanismen in Anwendung kommen mussten; dafür aber konnten mit der erreichten Verkürzung der Klappe die durch den Winddruck hervorgerufenen Bewegungswiderstände um 30 bis 40 % ermässigt werden.

Die Drehachse, soweit sie zwischen den Klappenträgern liegt, ist aus Quadranteisen mit entsprechenden Verstärkungen hohl geformt; die äusseren eigentlichen Drehzapfen sind, um keine Biegung, sondern nur Torsion übertragen zu können, mit den an den Klappenträgern durch Gussstahlschrauben und Klemmstücke befestigten Drehzapfenplatten durch eingesetzte Stahlstücke gekuppelt. Auf jeden dieser Drehzapfen sitzen zwei aufgekeilte Zahnradquadranten, welche die Hin- und Herbewegung eines darunter befindlichen Zahnstangenschlittens in das Oeffnen und Schliessen der Klappen umsetzen. Der Antrieb dieser Schlitten geschieht mit Hilfe der städtischen Druckwasserleitung und zwar sind die hiezu nöthigen Bewegungsvorrichtungen nicht mehr alle, wie bei der Hohen Brücke, in den Strompfeiler zusammengedrängt, sondern ein Theil derselben in einem eigenen, am linken Flussufer erbauten Maschinenhäuschen untergebracht. Durch diese Absonderung der Motoren wird neben der leichten Zukömmlichkeit zu denselben noch der Vortheil erreicht, dass sie gleichzeitig auch zum Betriebe einer später umzubauenden Nachbarbrücke verworther werden können.

In dem genannten Maschinenhäuschen (Fig. 14—17, Taf. XIX) steht ein Schmidt'scher Doppel-Wassermotor von drei Pferdestärken mit einem Cylinderdurchmesser von 15 cm und einem Hube von 20 cm. Dieser Motor ist unter Vermittlung eines entsprechenden Absperrventiles an das 125 mm weite Strassenwasserleitungsrohr angeschlossen und macht in der Minute 70 Umdrehungen; durch Zahnradübertragung betreibt er zwei kleine gekuppelte Pumpen, die das gleichfalls

aus der Wasserleitung entnommene Wasser in einen nebenan befindlichen, aufrechtstehenden Accumulator drücken. Letzterer ist derart dimensionirt, dass die aufgebrachte Maximalbelastung von 34.000 kg einen Wasserdruck von 43 Atm. hervorbringt und dass sein Fassungsraum bequem ausreicht, um einmal die Brücke öffnen und wieder schliessen zu können.

Uebrigens ist die Einrichtung getroffen, dass in gegebenen Fällen verschiedene Theile der Accumulatorlast leicht ausgeschaltet werden können und sind dementsprechend auch die Pumpen und sonstigen Transmissionen mit veränderlicher Wirkung eingerichtet. Die Einfügung des Accumulators geschah aus dem Grunde, um unabhängig von dem Wasserleitungsdrucke das Öffnen und Schliessen der Brücke in der möglichst kürzesten Zeitdauer bewirken zu können.

Um bei etwa vorkommenden Gebrechen der Stadtwasserleitung den hydraulischen Brückenbetrieb dennoch nicht einstellen zu dürfen, ist als Reserve für den Antrieb der Pumpen, die alsdann aus dem Pregel schöpfen, im Maschinenhäuschen noch ein dreipferdiger Körtig'scher Zwilling-Gasmotor mit 175 Touren aufgestellt.

Von dem Accumulator hinweg nach dem zunächst gelegenen Strompfeiler führt eine 81 mm weite, schmiedeeiserne Druckrohrleitung, die, nachdem sie auf dem Pfeilervorkopf zuerst einen Windkessel und hierauf ein Abschlussventil passirt hat, mit zwei Steuerschiebern in Verbindung tritt. Einer dieser Schieber ist für die diesseitige, der andere für die jenseitige Brückenklappe bestimmt; sie liegen nachbarlich, damit der Brückenbetrieb durch einen Mann, von einer Stelle ausgehend, gehandhabt werden kann. Aus jeden dieser beiden Schieber führen zwei Rohrleitungen (eine für das Öffnen, die andere für das Schliessen) nach den auf den Aussenseiten der Klappenträger und zwar zwischen den schon genannten Zahnstangenschlitten gelagerten Triebcylindern. Damit jedoch die beiden Triebcylinder gleichzeitig in Aktion treten, sind die genannten Rohrleitungen zuerst bis in die Pfeilermitte geführt und erfolgen erst von hier aus die Zuleitungen vor, bzw. hinter die Kolben der beiderseitigen Triebcylinder. Indess ist auch die Einrichtung getroffen, dass bei geringen Bewegungswiderständen jede Klappe auch von nur einem Triebcylinder aus bewegt werden kann. Zu dem Zwecke führen bei jeder Klappe in den betreffenden Triebcylinder noch zwei weitere direkte Rohrstränge (*l m n* und *p o* in Fig. 19, Taf. XX), die aber in der Regel abgestellt sind. Die Ueberführung der beiden Rohrstränge von dem einen Steuerschieber nach den hiezu gehörigen auf den zweiten Strompfeiler befindlichen Triebcylindern ist durch Dücker erfolgt. Sämmtliche mit Korkschutz versehene Leitungen sind derart im Gefälle verlegt, dass deren Entleerung bei eintretendem Froste, natürlich mit Ausschluss des Dückers, der ausgepumpt werden muss, durch Öffnen einiger Verschraubungen bewirkt werden kann.

Für den Betrieb der Brücke ist es vor Allem nothwendig, dass der Accumulator gefüllt wird, was dadurch geschieht, dass am Morgen der Strassenschieber, sowie das direkt vor den Maschinen liegende Ventil geöffnet werden, damit das Leitungswasser den Wassermotor in Gang bringt,

dieser die Pumpen in Bewegung setzt, durch die alsdann die Accumulatorfüllung binnen 10 Minuten vollzogen wird.

Eine weitere Bedienung der Maschinen ist nicht nöthig; denn ist der Accumulator genügend gefüllt, so wird durch seinen hochgehenden Kolben ein Hebelwerk in Bewegung gesetzt, das einen automatischen Schluss des genannten Absperrventiles und damit ein Aufhören der Motorenarbeit veranlasst. Die Maschinen treten aber sofort wieder selbstthätig in Aktion, wenn der niedergehende Accumulatorkolben eine theilweise Wasserentleerung anzeigt.

Ebenso selbstthätig erfolgt die Accumulatorfüllung, wenn anstatt des Wassermotors der Gasmotor in Verwendung steht, wobei allerdings auch für das erste Anlassen der Brückenwärter das Maschinenhäuschen betreten muss.

Bei gefülltem Accumulator wird alsdann der Treibriemen automatisch auf die lose Scheibe gerückt und der Gasmotor arbeitet ohne Pumpen. Die umgekehrte selbstthätige Ausrückung findet bei nöthig werdender Nachfüllung statt. Der Brückenwärter braucht also seinen Posten auf dem Vorkopfe jenes Brückenpfeilers, auf dem die beiden Steuerschieber liegen, nie zu verlassen. Soll die Brücke geöffnet werden, so werden bei noch geschlossenem Ventile am Strompfeiler, also ohne Druck, die dahinter liegenden beiden Steuerschieber auf „Öffnen“ gestellt und hierauf durch Öffnen des letztgenannten Ventiles das Druckwasser auf die Vorderflächen der Triebkolben gelassen, wobei sich beide Klappen gleichzeitig heben. Das Niederlegen der Klappen erfolgt, um jeder Beschädigung vorzubeugen und eine anstandslose Verriegelung bethätigen zu können, nicht gleichzeitig. Es wird vielmehr durch Umstellen des einen Schiebers, bzw. durch Zuleitung des Accumulatorwasser auf die entgegengesetzten Seiten der betreffenden Triebcylinder eine Klappe bis in jene Lage gesenkt, in welcher der Uebergriff der Fingerkonstruktion beginnen sollte und wird die Klappe in dieser Position vorerst festgestellt. Hierauf erfolgt die Senkung der zweiten Klappe bis zur selben Stellung und werden erst jetzt beide zum gemeinschaftlichen Schlusse gebracht.

Bei hydraulischem Betriebe vollzieht sich das Öffnen der Brücke in 15, das Schliessen derselben in 25 Sekunden. Für den Fall als an den Accumulator selbst Nachbesserungen vorkommen sollten, die leicht ausgeführt werden können, da er nicht mehr wie bei der „Hohen Brücke“ horizontal im Pfeiler steckt, ist dahin Vorsorge getroffen, dass das Wasser durch die Pumpen direkt in die Triebcylinder gedrückt werden kann. Ausserdem ist für jede Klappe ein Handgetriebe eingerichtet, das bei der alsdann nur langsamen Klappenbewegung einseitig und zwar auf den stromabwärts gekehrten Pfeiler-Enden angeordnet werden konnte.

Die Ausführung der Brücke erfolgte in Flusseisen. Der Dimensionirung wurde die Weyrauch-Launhardt'sche Formel und zwar für die Hauptträger mit dem Koeffizienten 900 und für die übrigen, der Erschütterung zunächst ausgesetzten Theile mit jenem von 800 untergelegt. Als Belastungsschema sind drei nebeneinanderstehende Lastwagen von 3 t Raddruck und der übrige freie Raum mit Menschen erfüllt (400 kg pr. 1 m<sup>2</sup>), angenommen.

Das Menschengedränge auf den Fusswegen ist mit 560 kg bemessen. Für den Fall als auch Lokomotiven über die Brücke transportirt werden sollten, wobei ein Raddruck von 8 t resultirt, ist die Brücke menschenleer vorausgesetzt und zugelassen, dass sich in solchen Ausnahmefällen die Material-Inanspruchnahme auf das  $1\frac{1}{2}$  fache steigern darf.

Die Gesamtkosten des Baues sind zu 370.000 Mk. veranschlagt. Der Bau erfolgt unter der Oberleitung des Stadtbaurathes Frühling durch den Reg.-Baumeister Naumann, welchen beiden Herren der Berichtersteller für die bereitwilligst ertheilten Aufschlüsse hiemit seinen besten Dank sagt.

## Strom- und Hafenbau in Nordfrankreich.

Von Ludw. Schrader in Hamburg.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXI—XXVI.)

Zur Abfassung der nachstehenden Arbeit dienten zum Theil die eigenen Beobachtungen und Aufzeichnungen anlässlich einer im Mai v. J. nach Nordfrankreich unternommenen Studienreise, zum Theil wurden die Mittheilungen und Angaben französischer Fachgenossen benützt und zwar hauptsächlich die folgend angeführten Quellen:

1. Ports maritimes de la France. Herausgegeben im französischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, und zwar:

Notice sur le port de Nantes par Joly, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Paris, Imprimerie nationale 1883.

Notice sur le port de St. Nazaire par René Kerviler, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Paris, Imprimerie nationale 1883.

Notice sur le port de Rouen par E. Chanson, Ingénieur des Ponts et Chaussées 1875.

Notice sur le port du Havre par Quinette de Rochemont, Ingénieur des Ponts et Chaussées 1875.

2. Exposition universelle à Melbourne en 1880. France; Notices sur les dessins, modèles et ouvrages etc. Herausgegeben im französischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten. Paris, Imprimerie nationale.

3. Annales des Travaux publics 1880 und 1881.

4. Enquête sur la situation des Ports français de la Manche au point de vue de la concurrence avec les ports étrangers. Commission constitué par arrêté ministériel du 31 août 1882 sous la présidence de M. Félix Faure, Député. Paris, Imprimerie nationale 1883.

5. Exposition régionale de Rouen 1884. Chambre de commerce de Rouen. Notice sur le Port de Rouen

6. La Seine maritime et son estraire par E. Lavoigne. Paris 1885.

7. Nouvelles annales de la construction 1886.

8. Annales des Ponts et Chaussées 1886.

### Die untere Loire und die untere Seine, sowie die Häfen von Nantes, St. Nazaire, Rouen und Le Havre.

I. Die Loire von Nantes bis St. Nazaire, der Seitenkanal an der unteren Loire von la Martinière bis Carnet und die Häfen von Nantes und St. Nazaire.

#### A) Die Loire von Nantes bis St. Nazaire.

1. Allgemeines. Ehe zur Beschreibung der maritimen Loire geschritten wird, soll zum besseren Verständniss Einiges über die Lage des Hafens von Nantes mitgetheilt und sollen die Verhältnisse der oberen Loire charakterisirt werden.

Der Hafen von Nantes befindet sich rund 53 km oberhalb St. Nazaire und 63 km oberhalb der Loiremündung (pointe de Chemoulin). Die Stadt selbst liegt an der Mündung der Erdre und der Sèvre in die Loire. Sie steht mit dem Innern Frankreichs durch die Loire und ihre Nebenflüsse in Verbindung, und zwar mit dem Rhonegebiet durch die Kanäle du Berry und du Centre, mit der Seine

durch den Kanal von Orléans und den Kanal von Briare, sowie mit der Bretagne durch den Kanal von Nantes nach Brest. Eisenbahnlinien verbinden die Stadt mit St. Nazaire, Rennes, Brest, Angers, Le Mans, Tours, Paris, La Rochesur-Yon und Bordeaux.

Der Hafen liegt am Vereinigungspunkt der maritimen Loire mit dem oberen Flusslauf derselben. Fluth und Ebbe sind noch 15 km stromauf bis Mauves gut bemerkbar.

Von ihrem Ursprung bis Nantes durchfließt die Loire eine Strecke von 800 km. Sie empfängt auf dem linken Ufer drei grosse Zuflüsse: die Allier, den Cher und die Vienne, auf dem rechten Ufer die Maine.

Die Loire kennzeichnet sich durch grosse Verschiedenheit ihrer Abflussmengen, durch die Menge von Sinkstoffen, die sie mit sich führt und durch die Beweglichkeit ihres Bettes. In trockenen Jahren führt sie bei Orléans 22 m<sup>3</sup> pro Sekunde ab, 120 m<sup>3</sup> zu Nantes. Bei Hochwasser führt sie unterhalb des Einflusses der Allier bis zu 9000 m<sup>3</sup> ab und fast 6000 m<sup>3</sup> zu Nantes.

2. Die maritime Loire zwischen Nantes und St. Nazaire (Fig. 1 und 2, Taf. XXI) wird von den Ingenieuren in drei Abschnitte getheilt. Der erste erstreckt sich von Nantes bis La Martinière auf 18 km Länge und umfasst ausser dem Hafen von Nantes die Häfen von Trentemoult und Chantenay, sowie die Häfen von La Basse-Indre, Indret, Couëron und Le Pellerin. Der zweite Abschnitt von 23 km Länge erstreckt sich bis Paimboeuf und der dritte, 12 km lange, von Paimboeuf bis St. Nazaire.

Von Nantes bis La Martinière ist das Loirethal durch Hügel begrenzt und an mehreren Punkten reichlich 1 km breit. Der tiefe Hauptarm des Flusses ist durch Stein-dämme begrenzt. Die Breite des Flusses wechselt von 200—300 m; die todten Arme sind theilweise aufgeschlickt.

Zwischen La Martinière und Paimboeuf liegen die den Fluss begrenzenden Hügelreihen in grösserer Entfernung voneinander, wodurch sich das Inundationsgebiet erweitert. Der Fluss selbst besitzt dort Breiten von 200—2600 m und enthält zahlreiche Inseln. Zu Migron hat er zwei Hauptarme, welche durch die grosse Insel Maréchale und durch die Insel Petit-Carnet gebildet sind. Dieser Abschnitt ist durch Bänke versperrt, welche bei Nordwest hervortreten und zwischen denen krumme Fahrwasser von verschiedener Tiefe und Richtung vorhanden sind.

Von Paimboeuf bis St. Nazaire bildet der Fluss nur einen einzigen Arm von 2500—4000 m Breite; die Fahrwasser desselben erleiden nur selten Aenderungen und werden durch grosse lange Sandbänke getrennt, von denen die



mächtigsten die Bänke von Paimboeuf, von Donges und von Bilho sind.

Im ersten Abschnitte der Loire wird die Tiefe durch die Abflussmengen des eigentlichen Flusses geregelt. Der dritte Abschnitt hat ein maritimes Wesen; die Fluth erreicht dort bei grossen Fluthen eine Mächtigkeit von mehr als 4.5 m, und das vom oberen Lauf herstammende Wasser übt, ausser bei grossen Anschwellungen, nur eine unbedeutende Wirkung auf die Fahrwasserrinne aus.

Der mittlere Abschnitt wird von den Wasserverhältnissen des ersten und dritten Abschnittes beeinflusst. Zur Zeit der Niedrigwasserstände wird er besonders durch die Fluthen beeinflusst und zur Zeit der Anschwellungen durch die Wasser des oberen Flusslaufes.

Das Flussbett bis zum Niedrigwasserspiegel besteht aus Sand und Schlick. Ueber Niedrigwasser sind die Alluvionen bis La Basse-Indre aus Stoffen gebildet, welche durch die Oberwasser des Flusses herbeigeführt werden, abwärts bestehen sie ausschliesslich aus Seeschlick.

Die Abflussmengen der maritimen Loire zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes wachsen mit der Entfernung von Nantes und erreichen, vorausgesetzt, dass sie zu Mauves, dem Punkt, an welchem das Merkbarwerden der Fluth aufhört, 220 m<sup>2</sup> pro Sekunde zu betragen, die Werthe der nachstehenden Tabelle:

Stationen	Abflussmengen pro Sekunde	
	Springfluth	Nippfluth
	in Kubikmeter	
Nantes . . . . .	350	230
La Basse-Indre . . . . .	700	330
Le Pellerin . . . . .	950	450
Le Mignon . . . . .	2508	1250
Paimboeuf . . . . .	6300	3000
Saint-Nazaire . . . . .	12.500	5600

Ebbe und Fluth. Der Scheitelpunkt der Fluthwelle durchläuft die Strecke von St. Nazaire bis Nantes in 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Stunden, das ist mit einer mittleren Geschwindigkeit von 5 m pro Sekunde.

Niedrigwasser tritt bei Springfluth zu Nantes fünf Stunden 15 Min. nach Niedrigwasser zu St. Nazaire ein; man hat zu gleicher Zeit Niedrigwasser an der ersteren Stelle und Hochwasser an der letzteren. Bei Nippfluth reduziert sich die Zeit zwischen den Niedrigwassern fast um eine Stunde.

Das mittlere Gefälle zwischen Nantes und St. Nazaire ist ungefähr 0.06 m pro 1 km. Fig. 7, Taf. XXI, und Fig. 1, Taf. XXII, geben die Ortsfluthkurven für sechs Stationen zwischen St. Nazaire und Nantes, und zwar erstere für eine Nippfluth, letztere für eine Springfluth. Die beiden Beobachtungen wurden bei sehr niedrigen Wasserständen der Loire vorgenommen.

Der Ebbestrom beim niedrigsten Wasserstand erreicht während der Springfluth zwischen Chantenay und Couëron eine Maximalgeschwindigkeit von 1.0—1.15 m, 1.2 m zu La Martinière, 1.6 m zu Pineau, 2 m zu Donges.

Der Ebbestrom erreicht 2 m Maximalgeschwindigkeit zu Chantenay bei Wüchsen von 5 m am Pegel zu Nantes und 2.5 m bei besonders grossen Wüchsen.

Die Geschwindigkeit des Fluthstromes ist beim niedrigsten Wasserstand etwas geringer, als die des Ebbestromes; im eingedämmten Theil der Loire überschreitet sie nicht 1 m, erreicht zu Pineau 1.4 m und zu Donges 1.8 m.

Die Dauer der Fluth ist kürzer, als die der Ebbe und beträgt bei Springfluth 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunden zu St. Nazaire und 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden zu Nantes.

Ist der Fluss im Wachsen begriffen, so wird die Dauer der Ebbe eine längere, und die Fluth hört dann auf, sich in Nantes bemerkbar zu machen.

Ueber die Höhen der Fluthen lässt sich Folgendes mittheilen:

Bei kleinster Nippfluth erreichen die Hochwässer zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes + 4.10 m zu St. Nazaire und + 4.35 m zu Nantes. Die Hochwässer bei kleinster Springfluth erheben sich im allgemeinen zu Nantes und St. Nazaire auf + 5.3 m. Die grossen Aequinoctialspringfluthen steigen selten über + 6.1 m zu St. Nazaire und zu Nantes. Die Zahlen beziehen sich hiebei auf den Nullpunkt des Pegels zu St. Nazaire, welches 2.253 m unter dem mittleren Meeresspiegel von Marseille liegt.

Die Höhe der Fluth wird überdies durch die Richtung und Kraft des Windes beeinflusst. Die herrschenden Winde sind in der maritimen Loire Nordwest- und Südwestwinde, sowie Nordost- und Südostwinde. Die ersteren wehen im Mittel 200 Tage, die letzteren im Mittel 100 Tage pro Jahr. Die Westwinde erheben den Wasserspiegel, die Ostwinde senken ihn.

Die Schifffahrt der maritimen Loire wird im Mittel während zehn Tage im Jahr durch Eis unterbrochen.

3. Ausgeführte Arbeiten in der maritimen Loire. Die ungenügenden Tiefen der maritimen Loire, welche grossen Schiffen keinen Zutritt in den Hafen von Nantes gestatten, haben zu vielen Verbesserungsvorschlägen und zu manchen Korrektionsarbeiten geführt.

Bis zum Jahre 1755 beschränkte man sich nur auf Projekte. Der Marine-Ingenieur Magin fand in diesem Jahre die Rhede von Paimboeuf in sehr schlechtem Zustande, Schiffe von 3.25 m Tiefgang konnten nicht mehr bis Couëron fahren, selbst mit der Fluth nicht, und Schiffe mit 2.6 m Tiefgang konnten mit Mühe Nantes erreichen. Magin schlug nun vor, die Loire mittelst Dämme und Uferbefestigungen zu verbessern. Er begann mit Absperrung einiger Arme und Inseln und vereinigte durch Dämme die Inseln Sardine und Belle-Ile.

Diese Arbeiten wurden 1768 von Perronet begutachtet. Derselbe stellte fest, dass von 1755—1768 durch Magin rd. 19.4 km Dämme und Uferbefestigungen ausgeführt waren, sowie eine Mole zu Paimboeuf, und dass die Kosten dieser Arbeiten sich auf 195.200 Mk. beliefen. Im Hafen zu Nantes hatte sich der Fluss vertieft. Im Flusse selbst waren viele schlechte Ueberfahrtsstellen vorhanden.

Perronet projectirte nun neue Dämme und Uferbefestigungen am oberen und unteren Ende der Insel Cheviné und Baggerung einiger hoher Stellen des Flussbettes.

Dieses Projekt, sowie spätere von Groleau und Prony, die Aehnliches bezweckten, kamen nicht zur Ausführung.

Ein Projekt einer einheitlichen Korrektur der ganzen Flussstrecke wurde zuerst 1829 von Lemierre entworfen.

Lemierre schlug vor, an Stelle der Dämme und Uferbefestigungen Magin's Parallelwerke zu bauen, und dieses System zuerst auf die schlechtesten Stellen des Flusses, welche damals zu Chantenay, Haut-Indre, Indret und Couëron sich befanden, anzuwenden. Ueberdies wollte er die im Versanden begriffene Rhede von Paimboeuf durch zwei Dämme verbessern, von denen der eine auf dem rechten Ufer auf die Insel Pipy und der andere vom Ende dieser Insel gegen Pierre-Rouge hinlaufen sollte.

Von diesem Projekt wurde die Verbesserung der schlechtesten Stellen des Fahrwassers zwischen Nantes und Le Pellerin in den Jahren 1834—1838 ausgeführt. Seit 1840 wurde mit Dampfbaggern auf eine Vertiefung des Fahrwassers hingestrebt, doch erfüllten alle diese Arbeiten nicht die in sie gesetzten Erwartungen. Anfang des Jahres 1840 war die Tiefe am unteren Ende der Insel Thérèse nur 3.06 m unter dem Hochwasser der kleinsten Springfluthen; zu Couëron betrug sie im Mai 1840 2.87 m und wurde durch energisches Baggern auf 3.27 m gebracht, zu Indret war sie 3.11 m, zu Chantenay 3 m.

Die projektirten Dämme behufs Verbesserung der Rhede von Paimboeuf wurden nicht ausgeführt. Statt dessen wurde ein Damm ausgeführt, welcher die Inseln Maréchale und Petit-Carnet miteinander verband. Dieser Damm wurde 1841 begonnen und war 1848 vollendet; er hat 800 m Länge und liegt auf + 3.10 m über Null des Pegels zu St. Nazaire. Er ist aus Steinen geschüttet und oben abgepflastert.

Die von Magin ausgeführten Dämme und Uferbefestigungen riefen die Bildung grosser Anlandungen hervor, nämlich die Inseln Gazay, Penotte bei Indret und Pivin, sowie das Anwachsen der Insel Maréchale. Auch die von Lemierre gebauten Parallelwerke haben Wirkungen derselben Art veranlasst.

Watier stellte im Jahre 1851 ein neues Projekt für Verbesserung der maritimen Loire auf. Watier wollte eine Tiefe von 5 m unter dem Hochwasser der kleinsten Springfluthen festhalten.

Seine Korrektionsarbeiten sind aus Steinen geschüttete Parallelwerke, welche das Fahrwasser in einen Schlauch, der von Nantes nach unten hin zunimmt, zusammengehalten. Diese Dämme sind mehr oder weniger überschwemmbar, nach unten hin offen, und bilden Spülbecken. Die Breite des Fahrwassers und die Höhe der Dämme wurde derart bestimmt, dass sie seiner Meinung nach die geforderte Wassertiefe sichern, ohne das Abfließen der Anschwellungen der Loire zu hindern, und ohne ein Sinken des Niedrigwasserspiegels im Hafen von Nantes hervorzurufen.

Dieses Projekt zerfiel in zwei Theile. Der erste Theil erstreckte sich von Nantes bis Le Pellerin, der andere von Le Pellerin bis Paimboeuf. Nur der erste Theil dieses Projektes ist in den Jahren 1859—1864 ausgeführt worden. Die Ausgaben wurden auf 3,200.000 Mk. festgesetzt.

Der eingedämmte Theil hat eine Länge von 16 km. Die Dämme sind 200 m am oberen Ende der Insel Cheviné und 300 m zu Le Pellerin voneinander entfernt. Sie liegen im Allgemeinen auf Hochwasser der kleinsten Springfluthen und sind nur bei Nantes erhöht worden. Als Material zur Herstellung der Dämme ist Gneiss-Gestein verwendet worden, aus welchem Material die den Fluss begrenzenden Hügel bestehen. Die Dämme haben 2 m Kronenbreite, ihre  $1\frac{1}{2}$ fache Böschung ist bis zum gewöhnlichen Niedrigwasser mit Steinen abgepflastert. Der mittlere Preis von 1 m<sup>3</sup> Steinmaterial betrug an Ort und Stelle 2.64 Mk. Um die Vertiefung zwischen den Dämmen an den höchsten Stellen des Flussbettes zu erleichtern, wurden in den Jahren 1867 bis 1871 für Baggerungen 400.000 Mk. verausgabt.

Die nach dem Watier'schen Projekt ausgeführten Arbeiten haben ihren Zweck, da nur der erste Theil desselben zur Ausführung gelangte, auch nur theilweise erfüllt.

Der niedrigste Wasserstand ist bei La Martinière etwas gesenkt worden; im Hafen zu Nantes betrug diese Senkung in trockenen Sommern bis 0.5 m. Die Oberwasser sind etwas höher geworden, besonders zwischen La Basse-Indre und Couëron. Zwischen Nantes und La Martinière hat sich die Tiefe, sei es durch Wirkung der Dämme oder durch die Baggerungen, vergrößert. Die Bänke sind an ihren höchsten Punkten mindestens um 1 m niedriger geworden und ihre Ausdehnung ist beträchtlich verkleinert. Die gegenwärtige mittlere Tiefe ist gegen 6 m unter dem Hochwasser der kleinsten Springfluthen. Man findet im Allgemeinen 4.5 m Wassertiefe bei Hochwasser der Springfluthen auf den höchsten Punkten der Bänke.

Die Spülbecken, welche man für die Fluth zu erhalten gehofft hat, sind jedoch sehr schnell ausgefüllt worden und bilden grüne Vorländereien.

In dem von La Martinière an stromabwärts liegenden Theile der Loire haben sich grosse Anschwellungen abgelagert und neue Inseln sind in der Bildung begriffen oder haben sich bereits gebildet. Die mittleren Tiefen des Flusses dieser Strecke haben abgenommen und die Fahrwasser selbst haben sich erhöht.

Bei den bis jetzt ausgeführten Korrektionsarbeiten hat man den Strom zu sehr eingeengt. Man hat nur auf das Oberwasser, nicht aber auf das in die Mündung kräftig einströmende Fluthwasser, welches eine bessere Ausbildung des Flussbettes ermöglicht, bei Bemessung der Profildreiten die nöthige Rücksicht genommen. Deshalb haben die aus der korrigirten Strecke fortgetriebenen Sinkstoffe sich unterhalb derselben abgelagert und diese untere Strecke verwildert. Nur durch eine einheitlich durchgeführte Korrektur des Stromes im ganzen Fluthgebiete, welche der Vermehrung der Fluthmenge möglichst Rechnung trägt, kann man eine dauernde Besserung erwarten.

In den Jahren 1867 und 1869 hat nun die Handelskammer der Stadt Nantes mit Hilfe des Staates das Projekt eines Seitenkanals für diesen zweiten Theil von Le Pellerin bis Paimboeuf, sowie ein neues Eindämmungsprojekt aufstellen lassen.

Der Seitenkanal sollte auf dem rechten Ufer zwischen Nantes und St. Nazaire erbaut werden und eine Tiefe von

6 m, sowie eine Sohlenbreite von 30 m erhalten. Beide Projekte wurden jedoch von der Regierung verworfen und den Ingenieuren die Lösung folgender Aufgaben gestellt:

1. Korrektur des Flusses mittelst Baggerung und theilweiser Eindämmung.

2. Anlage eines Seitenkanals auf dem linken Ufer, welcher den eingedämmten Theil des Flusses mit dem maritimen Theil verbinden soll.

Von diesen beiden Projekten ist zur Zeit der Seitenkanal auf dem linken Ufer in der Ausführung begriffen. Es möchte anzunehmen sein, dass man den Bau dieses Kanals durch eine richtig durchgeführte einheitliche Korrektur der ganzen im Fluthgebiet liegenden Flussstrecke hätte vermeiden können. Ehe jedoch zur Beschreibung dieser Anlage geschritten wird, sollen noch die Baggerungen in der maritimen Loire und der Zustand der Schifffahrt auf derselben kurz besprochen werden.

Seit 1840 sind jedes Jahr Baggerungen zur Verbesserung der schlechtesten Fahrwasserstellen ausgeführt worden, doch waren die Mittel zur Herstellung einer tiefen Fahrwinne nicht ausreichend. Seit 1877 wurden die Baggerungen bedeutend vermehrt; es wurden jährlich 160.000 Mk. verausgabt, 1879 sogar 320.000 Mk. Bis zum Jahre 1881 wurden 984.261 m<sup>3</sup> gebaggert und mit 1.301.005 Mk. bezahlt, und zwar hievon allein 529.065 m<sup>3</sup> in der schlechten Durchfahrt von Pineau. Durch diese energischen Baggerungen war es möglich, während des grössten Theiles des Jahres ein Fahrwasser von 75 m Breite und 4.5 m Tiefe unter dem Hochwasser der kleinsten Springfluthen zu halten. Diese Tiefe hat man in den letzten Jahren zu erhalten gesucht.

Ueber den Zustand der Schifffahrt lässt sich sagen, dass man von St. Nazaire bis Paimboeuf im Allgemeinen mehr als 6.3 m Wassertiefe bei Hochwasser der kleinsten Springfluthen findet. Von Paimboeuf bis zum Beginne der Korrektionsdämme befinden sich 4 Hauptbänke, die von Paimboeuf, Pierre-Rouge, Insel Binet und Pineau. Die Tiefen wechseln auf denselben von 4.0—4.8 m. Zwischen den Dämmen beträgt die Tiefe mehr als 5.3 m; nur auf drei Punkten, zwischen Le Pellerin und Couëron, am Ende der Insel Indret und bei Haute-Indre ist sie geringer, nämlich rd. 4.6—5 m.

Da das Fahrwasser einem konstanten Wechsel unterworfen ist, wird seitens der Verwaltung der Loire jedes Jahr im März nach dem Winterhochwasser, ferner am Ende des Sommers im Oktober eine Hauptpeilung gemacht und werden überdies zahlreiche Einzelpeilungen wegen den Baggerungen vorgenommen.

Das Lootsenwesen nimmt überdies alle 14 Tage eine allgemeine Untersuchung des Fahrwassers vor, um den Schiffen die Eintauchtiefe bekanntzugeben, mit der sie bei Springfluthen nach Nantes fahren können.

Das Fahrwasser der grossen Schifffahrt ist während des Tages durch Baaken und Bojen gekennzeichnet, Nachts durch verschiedenartig gefärbte Feuer. Mit Ausnahme des auf einem massiven Thurme gelegenen festen Feuers von Pierre-Rouge sind die Feuer, ungefähr 43 Stück, beweglich. Die jährlichen Kosten dieser Feuer zwischen Paimboeuf und Nantes betragen im Mittel 17.600 Mk. Auf dem Hafendamm zu St. Nazaire befinden sich Signale, die jeden Tag

anzeigen, welchen Tiefgang die Schiffe haben dürfen, um nach Nantes zu fahren. Längs den Ufern der Loire sind Pegel aufgestellt und lassen den Lootsen den jeweiligen Wasserstand erkennen.

Die grossen Schiffe benützen die maritime Loire nur bei Springfluth, im Allgemeinen zwei Tage vor und drei Tage nach Neu- und Vollmond. Die Schiffe, welche die Loire eine Stunde vor Eintritt des Hochwassers heraufzufahren beginnen, können, wenn sie durch Wind begünstigt oder geschleppt werden, Nantes in einer Fluth erreichen. Beim Hinunterfahren muss das Schiff, welches die grösste Wassertiefe ausnützen will, mindestens eine Stunde vor Stauwasser Nantes verlassen.

#### B. Der Seitenkanal an der unteren Loire von la Martinière bis Carnet.

Für den Bau des Seitenkanals sind 16,000.000 Mk. bewilligt worden.

Der Kanal beginnt beim Dorfe La Martinière, 16 km von Nantes entfernt (s. Fig. 1, Taf. XXI), nimmt den Kanal von Buzay in sich auf, durchschneidet die Wiesen von Rousserolles und die Champs-Neufs auf 2800 m Länge, dringt in den Arm von Migron ein, von welchen er durch einen Damm von 4800 m Länge nach dem Flusse hin getrennt wird, lässt Le Migron links liegen, durchschneidet die Ebenen von Rivières, de la Cruaudais und St. Viaud, bis er in den tiefen Arm von Carnet, 7 km oberhalb Paimboeuf, austritt. Der Kanal hat eine Totallänge von 15.064 m, und wird an seinen beiden Enden zu La Martinière und Carnet durch zwei grosse Kammerschleusen geschlossen werden. Er soll den mittleren Abschnitt des Flusses ersetzen, der sich vom Ende der Dämme bis Paimboeuf erstreckt.

Die in der Trace des Kanals vorkommenden Kurven haben 2000—3000 m Radius. Die Sohle des Kanals liegt auf 2.4 m unter dem Null des Pegels von St. Nazaire. Der Normalwasserstand des Kanals wird 3.6 m über demselben Pegel liegen, ein Mittelwerth zwischen Ebbe und Fluth, so dass eine Tiefe von 6 m im Kanal vorhanden sein wird. (Fig. 3, Taf. XXI) Die Sohlenbreite wird 24 m betragen und die Seitenböschungen werden 1:2 und 1:4 gemacht.

Der Damm, der in den Arm von Migron hineingebauten Kanalstrecke, hat 41.25 m mittlere Kronenbreite (Fig. 4, Taf. XXI) und ist auf beiden Seiten durch starke Steinschüttung und Steinbekleidung vertheidigt. Er besteht nach dem Flusse hin aus einer Steinschüttung von 2 m Kronenbreite und einer Böschung 1:1 und liegt auf +7 m. An diese Böschung lehnt sich eine 2 m starke Schüttung von Steinbruchüberbleibseln und daran, um die Undurchdringlichkeit des Dammes zu sichern, eine Thonanschüttung von 4 m Kronenbreite, welche auf +8 m liegt.

Ein Leinpfad von 12 m Breite in den Vorländereien und von 20 m Breite am Damm liegt auf dem rechten Ufer, während sich auf der linken Seite ein Leinpfad von einer mittleren Breite von 8 m befindet.

Die Abtragsmassen werden zum Bau der Dämme, zur Ausfüllung der Zufüsse und für die Kunstbauten gebraucht.

Der Kanal wird die Wässer aufnehmen, welche sich zwischen La Martinière und Carnet in die Loire ergiessen.

Diese Wässer werden durch ein Schützenwehr abfliessen, welches ungefähr in der Mitte des Kanals in den Champs-Neufs erbaut wird.

Ein Dücker, welcher aus zwei Röhren von je 2·8 m Durchmesser besteht, geht unterhalb des Wehres unter dem Kanal hindurch und verschafft den Vorländereien die schlammigen Wässer der Loire.

Eine kleine Schiffahrtsschleuse von 5·2 m Breite und 55·8 m Länge wird unterhalb der Dückers erbaut und ermöglicht den Verkehr der Flussschiffe mit dem Binnenlande.

Die Arbeiten an dem Kanale begannen 1882. Die Maurerarbeiten der kleinen Schleuse in den Champs-Neufs, sowie die des Wehres, waren im Mai v. J. fertig, auch eine Strecke des Kanals war dort vollendet, sowie die Maurerarbeiten für Legung des Dückers.

Die Schleusen zu La Martinière und Carnet haben die gleichen Grössenverhältnisse, nämlich

Ganze Länge . . . . .	169 m
Länge der Kammern . . . . .	100 m
Breite zwischen den Häuptern . . . . .	18 m
Breite in den Kammern . . . . .	40 m

Jede Schleuse erhält vier Stahlthore, welche, wie auch die Spills, hydraulisch bewegt werden. Der Boden der Kammern besteht aus dem natürlichen Boden; die Seiten der Kammern sind massive überwölbte Mauern. Gegründet sind beide Schleusen auf Felsen. Die Spülung und Füllung geschieht durch die in den Schleusenhäuptern befindlichen Leitungen. Von der Schleuse zu La Martinière war das Oberhaupt im Mauerwerk fertig, gegründet war dasselbe des unebenen Felsbodens wegen, auf 4 Caissons, 2 Stück je 8 m breit und 23·5 m lang und 2 Stück je 7 m breit und 34 m lang. Die Seitenflügel der Einfahrt waren auf je 6 Caissons gegründet.

Die Häupter der Schleuse zu Carnet konnten, da der Felsboden ein ebener war, auf je einem Caisson von 34 m Breite und 38·5 m Länge gegründet werden. Der eine dieser im Mai v. J. gerade im Bau begriffenen Caissons enthielt 4 Einsteige- und 16 Materialschächte.

Mit der Herstellung des Dammes im Arm von Migron war 1885 begonnen worden. Drei Arbeitsplätze waren eingerichtet und wurde, wie aus Fig. 5, Taf. XXI, ersichtlich, das Steinmaterial (Gneis) von den in nächster Nähe gelegenen Steinbrüchen per Bahn herbeigeschaft und aus Kippwagen gestürzt. Als Ausgangspunkt der ersten Station benützte man die kleine Insel Migron, die dritte liegt am Ende des Dammes und die zweite zwischen diesen beiden. Die Kosten dieses Dammes betragen im Mittel 400 Mk. pro lfd. Mtr.

Das Verkleidungsmauerwerk aller Kunstbauten besteht aus Granit, welcher aus der Nähe von Nantes bezogen wird.

Nachstehend noch Preisangaben. Es kostet:

Hausteinmauerwerk in Portlandcement (Mischg. 1:3) Mk. 88.—  
Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in Portland-

cement (Mischung 1:3) . . . . .	„ 21.60
Gew. Bruchsteinmauerwerk in hydraul. Kalk . . . . .	„ 12.80

Die Kosten des Kanals setzen sich wie folgt zusammen:

Schleuse zu La Martinière . . . . .	Mk. 2,000.000
„ „ Carnet . . . . .	„ 2,240.000
Fürtrag. . . . .	Mk. 4,240.000

Uebertrag . . . . .	Mk. 4,240.000
Kunstbauten in den Champs-Neufs . . . . .	„ 800.000
Erdarbeiten einschl. 2,000.000 Mk. für den	
Damm . . . . .	„ 8,000.000
Verschiedenes . . . . .	„ 2,960.000
	<u>Mk. 16,000.000</u>

Die Arbeiten sind an Unternehmer vergeben.

### C. Der Hafen von Nantes.

1. Allgemeines. Die Stadt Nantes, Fig. 2, Taf. XXII, liegt, wie bereits oben gesagt, am Zusammenflusse der Erdre und der Sèvre in die Loire und hat sich hauptsächlich auf dem hügeligen rechten Ufer, sowie auf den Inseln entwickelt.

Der Fluss theilt sich oberhalb der Stadt in zwei grosse Arme, in den Arm von Pirmil längs des Südufers und in den Nordarm. Dieselben sind durch mehrere Inseln getrennt und vereinigen sich 4 km weiter abwärts zu Trentencoult in einem Bette von 260 m Breite.

Der Arm von Pirmil ist 240—300 m breit, und durch Sandbänke versperrt, die zum Theil 1 m über Niedrigwasser herausragen, so dass er für die Schiffahrt nur bei Hochwasser benützt werden kann. Der Nordarm theilt sich wiederum in zwei Arme, den von Madeleine und in den Kanal St. Félix.

Die Erdre ergiesst sich, nachdem sie die Stadt von Norden nach Süden durchflossen, in den Arm de la Bourse. Die Sèvre fliesst von Südost nach Nordwest und ergiesst sich in den Arm von Pirmil. Diese Flussarme sind durch sieben Brücken miteinander verbunden.

Nantes besitzt einen See- und einen Flusshafen. Der Seehafen besteht aus den Flussarmen unterhalb der Brücken. Die Flussarme oberhalb der Brücken und die kanalisierte Erdre bilden den Flusshafen.

Die Stadt Nantes hatte im Jahre 1881 124.319 Einw., und mit den Vorstädten Chantenay und Rezé zusammen 143.450 Einw. Fünf Eisenbahnlinien verbinden Nantes mit dem Inneren und den Küstenstädten Frankreichs. Die Stadt besitzt drei Bahnhöfe: den Bahnhof von Mauves der Compagnie d'Orléans für den Osten und Norden Frankreichs, den Börsenbahnhof, der nur für Reisende nach der Bretagne bestimmt ist, und den Bahnhof Prairie-au-Duc für den Süden und Westen.

Regelmässige Passagierdampfer verkehren zwischen Nantes, Paimboeuf und St. Nazaire, sowie zwischen Nantes und Le Pellerin. Zehn Schlepper vermitteln den Bugsirdienst zwischen Nantes und St. Nazaire und umgekehrt.

In Nantes münden drei Wasserstrassen: die Loire, der Kanal von Nantes nach Brest und die Sèvre Nantaise.

2. Wasserverhältnisse des Hafens. Ebbe und Fluth. Vom unteren Ende des Seehafens bis zum äussersten Ende der Loiredämme, also auf rund 16 km Länge hat die Loire bei Niedrigwasser des niedrigsten Wasserstandes ein Totalgefälle von nur 0·5 m. In der im Stadtgebiete gelegenen Flussstrecke ist das Gefälle jedoch wesentlich grösser. Man kann als mittleren niedrigsten Wasserstand 3·45 m über Null des Pegels zu St. Nazaire am unteren Ende des Hafens annehmen, 3·68 m bei der Börse (Null des Pegels an der Börse) und 4·40 m bei der Brücke de la



Niedrigwasser. Aufwärts vom Bahnhof bis zum Börsenplatz auf 400 m Länge hat dieser Kai 40—50 m Breite und dient kleineren Schiffen.

Der Kai „de la Bourse“ enthält nur den von Nantes nach St. Nazaire führenden Eisenbahnstrang.

Der Kai „du Nord“ (450 m lang), der Kai „meridionale“ der Insel Gloriette (280 m lang), der Kai „Moncoussu“ (530 m lang) und der Kai „André-Rhuys“ (1165 m lang) sind untergeordneter Bedeutung.

Von diesen Kaianlagen ist der Kai „de la Fosse“ der älteste und am meisten benützte. Im Jahre 1869 wurde ein Projekt aufgestellt, diesen Kai auf 705 m Länge mit vertikalen Mauern nach dem Flusse hin auszubauen. Die Kosten dieser in den Jahren 1873—1881 ausgeführten Arbeiten haben 1,200.000 Mk. betragen. Die Mauerkrone erhebt sich 6 m über den niedrigsten Wasserstand und die Mauer ist so fundirt, dass sie 5 m Wassertiefe vor derselben gestattet. Der Boden bestand aus Schlamm und Sandbänken, welche sehr unregelmässig lagernden Granit bedeckten. Die Tiefen, bis zu welchen man hinabgehen musste, um tragfähigen Boden zu finden, betrugen 4—22 m unter Niedrigwasser. Bis zu 5.5 m Tiefe wurde die Mauer aus künstlich hergestellten massiven Blöcken aufgeführt. Die tieferliegenden Theile des Bauwerkes gründete man auf Pfahlrost. Bei Tiefen von 9—14 m wurde die Mauer an der Rückseite mit überwölbten Verstärkungspfählen versehen. Die künstlichen Blöcke hatten durchschnittlich 1.5 m Breite und Höhe und 2.5 m Länge; sie wogen rund 14 t und bestanden aus gewöhnlichem Bruchsteinmauerwerk in hydraulischem Kalkmörtel, dem Portlandcement, 100 kg auf 1 m<sup>3</sup>, beigemischt wurde.

Die aus künstlichen Blöcken hergestellte Kaimauer kostete 760 Mk. pro lfd. Mtr., die auf Pfähle und Gewölbe fundirte Mauer 2880 Mk. pro lfd. Mtr. Die ganze Kaimauer kostete im Mittel 1840 Mk. pro lfd. Mtr.

Die jährlichen Unterhaltungskosten der Hafenwerke belaufen sich auf rund 36.000 Mk.

Ausser den ebenerwähnten durch den Staat ausgeführten Hafen- und Kaianlagen sind mancherlei andere Einrichtungen vorhanden. Ladebrücken, an denen die Schiffe direkt anlegen, gibt es mehrere.

Krähne sind auf den Hauptkais vorhanden, doch lange nicht in genügender Anzahl. Die Krähne vertheilen sich auf den Arm de la Madeleine, den Kai d'Aiguillon, de la Fosse, des Constructions und auf den Flusshafen. Es sind vorhanden:

Auf dem Kai „d'Aiguillon“ 1 Bockkrahnen von 60 t Tragfähigkeit; auf dem Kai „des Constructions“ 3 bewegliche Dampfkrahne zu je 1500 kg, 1 fester Handkrahnen zu 5000 kg, 2 bewegliche Handkrähne zu je 1000 kg, 2 bewegliche Handkrähne zu je 2000 kg, 1 beweglicher Handkrahnen zu 5000 kg, 2 bewegliche Handkrähne zu je 10.000 kg und 1 beweglicher Handkrahnen zu 15000 kg Tragfähigkeit.

Auf dem Kai „de la Fosse“ befinden sich 4 bewegliche Dampfkrahne zu je 1500 kg, 1 beweglicher Handkrahnen zu 100 kg, 2 bewegliche Handkrähne zu je 1000 kg, 2 bewegliche Handkrähne zu je 1500 kg, 1 beweglicher Handkrahnen zu 3500 kg und 2 bewegliche Handkrähne zu je 5000 kg Tragfähigkeit.

Der Flusshafen hat rund 25 Stück kleinere Handkrähne.

Schuppen sind nur wenige und kleine vorhanden, meist lagert Alles im Freien. Die Compagnie d'Orléans besitzt einen Schuppen von 50 m Länge und 14 m Breite beim Seebahnhof und die Handelskammer zwei Schuppen von 50 m Länge und 12.5 m Breite auf dem Kai „des Constructions“.

Ausserdem benützt die Handelskammer zwei ihr gehörende Lagerhäuser von 20655 m<sup>2</sup> Fläche als Entrepôts und hat zwei weitere Lagerhäuser von 27155 m<sup>2</sup> Fläche dazugepachtet. Im Jahre 1881 betrug die Einfuhr in diese Entrepôts 40,695.209 kg, die Ausfuhr 37,741.582 kg.

Dem Seehandel dienen überdies durch die Zollbehörde genehmigte Lagerhäuser von 7860 m<sup>2</sup> Flächeninhalt, deren jährliche Ein- und Ausfuhr rund 20.000 t beträgt.

Trockendocks sind in Nantes nicht vorhanden. Ein Schwimmdock von 48.5 m Länge und 7.3 m Breite ankert in den Häfen der Prairie-au-Duc und dient Schiffen bis 120 t Tragfähigkeit bei Reparaturen.

4. Handel und Verkehr. Nantes nimmt unter den Häfen Frankreichs den zehnten Rang ein.

Der auswärtige Handel wird hauptsächlich durch Schiffe von 400—1200 t bewirkt, deren Tiefgang 4.5—5.5 m beträgt; doch müssen diese nach Nantes bestimmten Schiffe in der Loiremündung geleichtert werden, was meist zu St. Nazaire geschieht.

Trotzdem die Eisenbahn ihre Frachttarife zwischen St. Nazaire und Nantes sehr herabgesetzt hat, wird das meiste der nach Nantes bestimmten Waaren durch Transportschiffe befördert. Die Transportschiffahrt wird gegenwärtig durch mehrere Gesellschaften betrieben, die ungefähr 80 Schiffe von 125—300 t Tragfähigkeit besitzen.

Die Küstenschiffahrt wird meist mit kleineren Schiffen von 50—200 t Gehalt betrieben. Zwei Gesellschaften vermitteln den Verkehr zwischen Nantes und Bordeaux und haben Beziehungen mit verschiedenen englischen Häfen, sowie mit Brest und Dünkirchen.

Alle Transportschiffe und auch die meisten anderen Schiffe, welche nach Nantes fahren, werden geschleppt.

Hauptsächlichste Einfuhrprodukte sind: Zucker und andere Kolonialwaaren, Guano, Reis, Oel-Samen, Steinkohlen, Holz, Eisen etc. Aus dem Inneren Frankreichs kommen Wein, Phosphate etc.

Die Ausfuhr besteht in Maschinen, Manufakturwaaren, Konserven etc.

Nantes besitzt grosse Schiffsbauanstalten und Maschinenfabriken.

#### Ein- und Ausfuhr.

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr	Ein- und Ausfuhr zusammen
	i n T o n n e n		
1881	410.523	140.031	550.554
1882	450.914	128.989	579.903
1883	447.023	120.682	567.705
1884	401.273	93.148	494.421
1885	398.611	110.559	509.170



Jahr	Nationalität	S e g e l s c h i f f e				D a m p f s c h i f f e				Transportschiffe und Flüsse		Die 3 Schiffsarten zusammengekommen	
		Zahl der Schiffe			Tonnen-gehalt	Zahl der Schiffe			Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt
		beladen	Ballast	zusammen		beladen	Ballast	zusammen					
Angekommene Schiffe.													
1881	Franzosen .	1107	172	1279	86.433	363	21	384	52.618	1213	178.042	3076	350.132
	Fremde . .	90	2	92	14.664	75	3	78	18.375	—	—		
1882	Franzosen .	1069	102	1171	81.880	378	12	390	49.155	1584	233.198	3273	393.057
	Fremde . .	80	—	80	13.646	45	3	48	15.178	—	—		
1883	Franzosen .	920	101	1021	68.413	389	22	411	67.867	1530	225.523	3063	391.207
	Fremde . .	46	3	49	13.059	47	5	52	16.345	—	—		
1884	Franzosen .	847	107	954	65.557	392	26	418	55.958	1450	231.675	2952	388.187
	Fremde . .	58	3	61	11.576	69	—	69	23.421	—	—		
1885	Franzosen .	912	76	988	64.182	348	21	369	49.885	1230	221.431	2738	377.480
	Fremde . .	69	2	71	13.517	75	5	80	28.465	—	—		
Abgegangene Schiffe.													
1881	Franzosen .	764	472	1236	96.867	347	14	361	46.129	1212	166.670	2977	333.754
	Fremde . .	45	49	94	7.844	56	18	74	16.244	—	—		
1882	Franzosen .	632	435	1067	71.628	345	16	361	47.603	1676	213.288	3231	362.738
	Fremde . .	38	38	76	15.699	26	25	51	14.520	—	—		
1883	Franzosen .	703	340	1043	63.304	360	27	387	64.434	1515	224.895	3051	383.825
	Fremde . .	29	26	55	14.314	25	26	51	16.878	—	—		
1884	Franzosen .	495	390	885	59.473	371	38	409	56.479	1335	207.326	2751	356.781
	Fremde . .	24	29	53	9.600	30	39	69	23.903	—	—		
1885	Franzosen .	504	435	939	61.681	336	20	356	48.543	1078	190.742	2521	341.558
	Fremde . .	27	45	72	13.568	43	33	76	27.024	—	—		

#### D. Der Hafen von St. Nazaire.

1. Allgemeines. Der Hafen von St. Nazaire (siehe Fig. 1, Taf. XXIII) ist ein Dockhafen und liegt auf dem rechten Ufer der Loire in der Nähe ihrer Mündung, 10 km stromaufwärts der Barre des Charpentiers und rund 53 km unterhalb der Stadt Nantes. Vor 40 Jahren befand sich an der Stelle der jetzigen Hafenanlagen nur ein Zufluchts-hafen für Lootsen und Fischer. Die Stadt selbst hat seit Anlage ihrer Hafenwerke einen rapiden Aufschwung genommen und einen grossen Theil des Handels von Nantes an sich gerissen. St. Nazaire ist mit Nantes durch eine Eisenbahn verbunden und hat zur Zeit rund 20.000 Einwohner.

2. Einfahrts- und Wasserstandsverhältnisse. Die Einfahrt in die Loire ist sowohl Tag wie Nacht durch Schifffahrtszeichen, bezw. Leuchtfeuer sicher zu erkennen.

Ein grosses Hinderniss für die tiefgehenden Schiffe ist die Barre des Charpentiers, da sie denselben nicht gestattet, bei jeder Fluth und Ebbe in die Loire einzulaufen. Bei Niedrigwasser gewöhnlicher Springfluth sind auf derselben nur rund 4.00 m Wassertiefe vorhanden. Die Barre besteht aus Sand; sie hat an ihrer schmalsten Stelle rund 400 m Breite und hat sich dort gebildet, wo die Ausdehnung der Loiremündung eine Verminderung der Stromgeschwindigkeit herbeiführt.

Die Rheden von St. Nazaire sind Erweiterungen der Fahrinne der Loire und liegen, die eine auf dem linken Ufer gleich abwärts, die andere, hauptsächlich be-

nützte, auf dem rechten Ufer unmittelbar aufwärts der Stadt. Man findet in letzterer bei Niedrigwasser 8—15 m Wassertiefe. Der ausschliesslich aus Schlick bestehende Boden bietet einen sehr guten Ankergrund.

Die Wellenbewegung in derselben ist niemals eine sehr starke, da sie durch die Sandbänke und Felsen in der Mündung, an denen die Gewalt des Meeres sich bricht, geschützt ist, sowie ferner durch einen massiven Hafendamm, der von der Spitze der alten Stadt aus in die Loire hineingebaut ist.

Bei Hochwasser der Nippfluth findet man in den Einfahrtsrinnen der Loire eine Tiefe von mindestens 7.7 m, bei Springfluth 9.20 m.

Die Achsenrichtung der Dockhäfen liegt Nord-Nord-ost. Die Häfen sind stromaufwärts von einer felsigen Landzunge gebaut, welche sie nach der Wasserseite hin schützt. Auf dieser Landzunge liegt das alte Dorf St. Nazaire. Die neue Stadt dehnt sich im Westen der Häfen auf felsigem Boden (Granit und Gneis), der in einer mittleren Höhe von 10 m über dem mittleren Meeresspiegel liegt, aus. Die Schleusenthore zum Eintritt in die Dockhäfen werden drei Viertelstunden vor Hochwasser geöffnet und bei Beginn der Ebbe geschlossen. Nachts sind die Thore der grossen Schleuse immer geschlossen.

Fluth und Ebbe. Die Hafenzeit ist 3 Uhr 47 Min. Die Fluthkurven sind, wenn nicht durch heftige Winde beeinflusst, sehr regelmässige, wie die graphische Aufzeichnung zweier Fluthkurven, einer Nippfluth und einer Springfluth zeigt. (Fig. 3, Taf. XXIII.)

Die Fluth- und Ebbeströme sind in der auf dem rechten Loire-Ufer liegenden Rhede fast parallel der Hauptrichtung des Flusses. Ihre Geschwindigkeit geht nicht über 2 m pro Sekunde hinaus und wird bei Hochwasser nahezu Null. Die Strömungen behindern die Manövrirfähigkeit der Schiffe nicht, im Gegentheil äussern sie häufig eine günstige Wirkung.

Die Oberwässer der Loire äussern nur einen geringen Einfluss auf Fluth und Ebbe zu St. Nazaire aus.

Winde. Die nachstehende Tabelle gibt die durchschnittliche Zahl der Tage im Jahre, während welcher die verschiedenen Windrichtungen vorherrschen, für die Beobachtungszeit von 1857/79.

Windrichtung	Zahl der Tage	
	während des ganzen Jahres	Starke Winde
Nord . . . . .	26 . . . . .	2
Nordost . . . . .	53 . . . . .	4
Ost . . . . .	58 . . . . .	4
Südost . . . . .	18 . . . . .	1
Süd . . . . .	21 . . . . .	4
Südwest . . . . .	72 . . . . .	10
West . . . . .	68 . . . . .	8
Nordwest . . . . .	38 . . . . .	4
Windstille . . . . .	11 . . . . .	—
	365	37

Fig. 4, Taf. XXIII, zeigt die Resultate dieser Tabelle graphisch aufgetragen, sowie die Richtungen, welche für die Einfahrt in die Loire maassgebend sind. Man sieht, dass für die Schifffahrt sehr günstige Bedingungen vorhanden sind. Die äussere Kurve gibt die Häufigkeit der während des ganzen Jahres wehenden Winde, die innere jene der starken Winde.

Auf die Fluth des offenen Meeres üben die Winde nur einen sehr geringen Einfluss aus. Fig. 2, Taf. XXIII, gibt eine graphische Darstellung der Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Winde für Winter, Frühling, Sommer und Herbst.

3. Der Hafen in seinem jetzigen Zustande. Der Hafen von St. Nazaire (Fig. 1, Taf. XXIII) umfasst zur Zeit:

a) einen massiven Hafendamm, der einen kleinen, fast nur für Lootsenschooner bestimmten Standplatz einschliesst;

b) einen Dockhafen, das Bassin von St. Nazaire, welches im Jahre 1856 dem Handel geöffnet wurde. Die Einfahrt in diesen Hafen ist auf beiden Seiten durch hölzerne Hafendämme geschützt und steht der Hafen mittelst zweier Schleusen mit der Rhede in Verbindung;

c) einen zweiten Dockhafen, das Bassin von Penhouët, seit 1881 dem Handel geöffnet. Dieser Hafen ist mit dem ersteren durch eine grosse Schleuse verbunden und besitzt drei grosse Trockendocks.

Der Dockhafen von Penhouët soll stromauf durch einen Kanal mit der Loire bei Méan verbunden werden. Der Kanal wird 50 m Breite erhalten, so dass ein Schiff am rechten Ufer des Kanals, welches mit Schuppen bebaut werden soll, liegen kann, während zwei andere Schiffe noch aneinander vorbeifahren können. Eine grosse Schleuse wird beim Austritt des Kanals in die Loire erbaut werden.

Dieses vom Ober-Ingenieur Kerviler aufgestellte Projekt, sowie die dazu nöthigen Mittel sind bereits genehmigt und wird demnächst mit der Ausführung begonnen werden.

Glückt es, die Barre des Charpentiers durch Baggerung zu vertiefen und tief zu halten, so beabsichtigt man, gleich unterhalb der Stadt St. Nazaire, einige grosse Bassins mit zweckentsprechenden Schleusen für ganz grosse Dampfer zu bauen, da die jetzigen Schleusen obengenannter beiden Dockhäfen den Ansprüchen nicht mehr genügen. Die beiden alten Bassins würden dann nur noch kleineren Schiffen dienen. Ein Vorhafen ist bei den jetzigen Hafenanlagen zu St. Nazaire nicht vorhanden; diesen Zweck erfüllt die auf dem rechten Ufer befindliche Rhede.

Die Schiffe gehen in derselben am äussersten Ende der Hafendämme vor Anker und treten direkt in die Einfahrt und in die Schleusen ein.

Die Bassins und Schleusen sind in einer Bucht gebaut, die aus Schlick besteht, unter welchem man in verschiedenen Tiefen sehr festen Fels findet.

Bevor auf die einzelnen Hafenwerke näher eingegangen wird, ist es zweckdienlich, einige Haupthöhen der Hafenbauten und der Wasserstandsverhältnisse anzugeben. Sämmtliche Höhen sind auf Null des Pegels von St. Nazaire bezogen.

Oberkante der Schleusen, der hölzernen Hafendämme und der Deichkappe . . . . .	+ 7.5
Trottoirrand des Bassins von Penhouët . . . . .	+ 7.1
Kopf der Eisenbahnschienen des Bassins von St. Nazaire und Oberkante der Kais des Bassins von Penhouët . . . . .	+ 6.7
Oberkante der Kais des Bassins von St. Nazaire . . . . .	+ 6.5
Hochwasser der Aequinoctialspringfluthen . . . . .	+ 6.0
Hochwasser der gewöhnlichen Springfluthen . . . . .	+ 5.6
Hochwasser der Nippfluth . . . . .	+ 4.1
Schwelle der Einlaufschleuse des Bassins von Penhouët . . . . .	+ 4.6
Mittlerer Meeresspiegel von St. Nazaire . . . . .	+ 3.0
Mittlerer Meeresspiegel zu Marseille . . . . .	+ 2.253
Niedrigwasser der Nippfluth . . . . .	+ 1.8
Niedrigwasser gewöhnlicher Springfluth . . . . .	+ 0.6
Niedrigwasser der Aequinoctialspringfluth . . . . .	+ 0.1
Hafenpegel zu St. Nazaire . . . . .	0.00
Drempel der Kammerschleuse von 13 m Oeffnung . . . . .	— 2.0
Sohle des Südtheiles des Bassins von St. Nazaire . . . . .	— 2.1
Normalsohle der kleinen Einfahrtsrinne . . . . .	— 2.2
Sohle des nordwestlichen Theiles des Bassins von St. Nazaire . . . . .	— 2.9
Drempel der Schleuse von 25 m Oeffnung . . . . .	— 3.2
Sohle des Nordosttheiles des Bassins von Nazaire und Normalsohle der grossen Einfahrtsrinne . . . . .	— 3.4
Barre von Charpentiers in der Loiremündung . . . . .	— 3.43
Sohle des Bassins von Penhouët . . . . .	— 3.9

Die Einfahrt geht quer durch den Schlick hindurch und wird beständig derart vertieft, dass die Schiffe rd. 7 m Wassertiefe bei Hochwasser der Nippfluth vorfinden.

Zwei Hafendämme, die aus Holz gebaut sind, begrenzen auf beiden Seiten die Einfahrt. Ihr Belag liegt auf der Oberkante der Schleusenmauern und hat eine Breite

von rund 4.5 m. Seit 1859 tritt der Bohrwurm auf und richtet beträchtlichen Schaden an.

**Schleusen.** Zwei Schleusen führen von der Einfahrt in das Bassin von St. Nazaire. Die grössere dient den transatlantischen Postdampfern und hat 25 m Breite. Es ist eine einfache Schutzschleuse mit zwei Paar Thoren. Auf dem tiefsten Punkt des Drempels, welcher die Form eines Kreisbogens hat, findet man beim kleinsten Hochwasser 7.3 m Wassertiefe, bei Springfluth 8.8 m.

Die kleine Schleuse hat eine Breite von 13 m und eine Kammerlänge von 60 m. Die Drempel liegen horizontal und ist dort eine Wassertiefe von 6.1 m bei Nippfluth und 7.6 m bei Hochwasser der Springfluth vorhanden.

**Bassin von St. Nazaire.** Die Oberfläche dieses Dockhafens beträgt 10.54 ha. Auf seinem ganzen Umfang ist er mit Kaimauern versehen und in verschiedenen Tiefen in schiefrigem Gneis ausgehoben, den man überall unter einer mehr oder weniger dicken Schlickschichte antraf. Der Wasserspiegel im Hafen wird immer mindestens auf + 4.1 m (Hochwasser-Nippfluth) gehalten. Die Wassertiefe beträgt bei Hochwasser-Nippfluth 6.2 m vor dem Kai „de Loire“, „de la Vieille-Ville“ und „du Commerce“, 7.1 m vor dem Kai „de la Marine“, 7.5 m vor dem Kai „des Frégates“ und 6.2—7 m in dem kleinen Rechteck dieses Hafens.

Die Totallänge der Kais ist 1579 m. Das Planum der Hinterfüllung der Kais setzt sich zusammen aus einer 2 m breiten Hausteindeckplatte, 2.6 m Steinpflaster und 0.4 m breiter Hausteinfassung, sowie in einer beschotterten Geleisanlage von 20 m Breite, einer gepflasterten Strasse von 10 m Breite und einem Trottoir von 2—5 m Breite.

Ueberdies sind grosse Flächen für Waarenniederlagen, Schuppen, Werkstätten etc. vorhanden. Alle Kaimauern sind mit Hausteinen verkleidet, welche einem 16 km stromauf an der Loire gelegenen Granit-Steinbruch entnommen sind.

Die Kais sind überdies mit Treppen, Leitern und eisernen Ringen versehen.

**Aufschlicken.** Die Schlickablagerung, durch welche die Einfahrt hindurchführt, bildet sich durch die im Wasser enthaltenen Niederschläge immer wieder von Neuem und erreicht eine mittlere Höhe pro Jahr von 1.05—1.2 m. Man schafft dieselben durch Pumpenbagger fort. Durch einen Eimerbagger werden die Theile des Hafens ausgeräumt, in welchen die Schlickmassen nicht flüssig genug sind, um gepumpt werden zu können.

Der Kubik-Meter fortgeschaffter Schlick kommt im Mittel auf 0.184 Mk. zu stehen. Zwei Fünftel der Schlickmassen werden gebaggert, drei Fünftel gepumpt.

Die jährlichen Unterhaltungskosten dieser Arbeit betragen rd. 60.000 Mk.

Dem Preise eines Kubik-Meter fortgeschafften Schlickes muss hinzugerechnet werden:

	Mark
für Amortisirung des Materials . . . . .	0.128
für Zinsen der Bausumme . . . . .	0.072
der eigentliche Fortschaffungspreis betrug . .	0.184
der Totalpreis pro Kubikmeter beträgt demnach	0.384

**Schleuse von Penhouët.** Diese Schleuse verbindet das Bassin von St. Nazaire mit dem von Penhouët. Vor

dem Baue derselben befand sich an dieser Stelle ein Trockendock. Man hat auf eine direkte Einfahrt von der Rhede aus in das Bassin von Penhouët verzichtet, weil es nöthig gewesen wäre, um ein genügend tiefes Wasser zu erreichen, eine sehr lange Einfahrtsrinne herzustellen und weil durch den Bau dieser neuen Einfahrt die erstere unzweifelhaft gelitten hätte. Ueberdies wären die Kosten unverhältnissmässig grosse gewesen.

Die Schleuse hat 218.2 m Länge und ist mit doppelten Thoren auf beiden Seiten versehen, wodurch es ermöglicht wird, den Wasserspiegel in beiden Häfen unabhängig voneinander halten zu können. Der Wasserbedarf des Bassins von Penhouët wird einer im Osten des Hafens gebauten Einlaufschleuse entnommen. Man hofft dadurch das Aufschlicken des Bassins von Penhouët ganz zu vermeiden und scheint gute Erfolge zu erzielen. Bis jetzt ist es noch nicht nöthig gewesen, Ablagerungen im Bassin fortzuschaffen, um die nöthige Tiefe zu behalten.

Die Entfernung zwischen zwei gleichartigen Thoren der Schleuse beträgt 150 m, so dass die Kammer Schiffe von 127 m Länge aufnehmen kann.

Zwei Wasserleitungen parallel zur Schleusenachse, von 2 m Breite und 3.5 m Höhe, befinden sich im Inneren der Seitenwände und können das Wasser der beiden Dockhäfen miteinander in Verbindung setzen.

Das Schliessen und Oeffnen der aus Eisenblech hergestellten Schleusenthore, wie auch die Bewegung der Wasserleitungsschützen und die der Spills geschieht durch Wasserkraft. Ueber diese Verbindungschleuse führt eine Rollbrücke, welche mit einer Spannweite die ganze Schleusenbreite von 25 m überdeckt. Die Breite derselben beträgt 8 m; sie trägt eine Fahrbahn mit zwei Schienensträngen und auf jeder Seite derselben einen Fussweg.

Die Brücke ist 43 m lang; hievon kommen 28 m auf den freiliegenden Arm und 15 m auf den Balance-Arm. Das Gewicht der Brücke beträgt 300.000 kg. Um die Brücke bewegen zu können, wird sie 0.95 m hoch auf einen Kolben von 0.9 m Durchmesser durch Wasserdruck gehoben, welcher durch einen Accumulator erzeugt wird. Dieser Kolben trägt an seinem oberen Ende ein starkes Gusseisenstück, auf welches ein Blechbalken von 8 m Länge und 2 m Breite befestigt ist. Auf diesem Blechbalken befinden sich in den vier Ecken Rollen mit horizontaler Achse, welche die Brücke während des Auf- und Absteigens tragen. Diese vier Stützpunkte genügen, um die Brücke während des Auf- und Absteigens gut horizontal zu erhalten. Die rollende Bewegung der Brücke wird durch eine Brotherhood-Winde bewirkt, die sich seitwärts auf der Mauer befindet. Diese Winde treibt eine Kette, deren Enden unter den Querträgern der Brücke befestigt sind. Je nach der Bewegungsrichtung der Winde wird die Brücke zurück- oder vorgeschoben und dadurch ein Freigeben oder Schliessen der Oeffnung bewirkt.

Um beim Senken der Brücke kein Druckwasser zu verlieren, lässt man es in einen zweiten Accumulator zurückströmen. Das Wasser kommt dort mit 45 Atm. Druck an, die 5 Atm., welche als Zuschuss nöthig sind, da beim Heben mit 50 Atm. gearbeitet wird, werden durch eine Druckpumpe verschafft.

Die folgende Tabelle gibt die für die Bewegung der Brücke, sowie der übrigen hydraulischen Apparate erforderliche Zeitdauer und den Wasserverbrauch bei 50 Atm. Druck.

Bezeichnung der Apparate	Zeit Minuten	Wasserverbrauch Liter
Hauptmaschine, Zeit für das Steigen des Accumulators .	5	650
Oeffnen oder Schliessen eines Thorflügels der Schleuse . .	2	160
Oeffnen oder Schliessen einer Schütze der Wasserleitungen der Schleuse . . . . .	2	50
Spill . . . . .	6 Umdrehung. pro Min.	200
Rollbrücke (die Dauer des Hebens der Rollbrücke betrug in Gegenwart des Verfassers 1 Minute)	3	1000
Schützenvorrichtung der Einlaufschleuse . . . . .	2	250

Zu derselben Zeit, in welcher man die Verbindungsschleuse hergestellt hat, führte man den Gürteldeich aus, der die Bucht von Penhouët umschliesst. Er hat 4 m Kronenbreite und ist aus Stein- und Erdschüttungen hergestellt.

Bassin von Penhouët. Dieser Dockhafen hat 1100 m Länge, in seiner Mitte 60 m Breite und 230 m bei der Verbreiterung an beiden Enden der Ostseite. Seine Oberfläche beträgt 22.5 ha und seine Tiefe ist eine solche, dass überall 8 m Wasser bei Hochwasser-Nippfluth vorhanden ist.

Kaimauern fassen das ganze Bassin ein, mit Ausnahme der Süd-Ostecke und der Mitte des westlichen Kais. Dort sind die Dossirungen abgepflastert und vor demselben hölzerne auf gerammten Pfählen ruhende, miteinander durch Längshölzer abgesteifte Ladebrücken hergestellt. Stein-schüttungen sichern die Böschungen.

Die Kaimauern selbst haben eine Höhe von 10.6 m über der Sohle des Bassins. Sie sind unter verschiedenen Bedingungen gebaut, da der Felsen sich bald in Deichhöhe, bald bis 18 m unter dem Terrain vorfand. Sie sind aber sämmtlich auf Felsen gegründet, indem man von einfacher Verkleidung der vollen Felsmasse zu Ueberwölbungen, deren Pfeiler aus gemauerten Brunnen bestehen, überging.

Bis zu Tiefen von 4 m unter der Sohle des Bassins hob man die Baugrube direkt aus. Bei grösseren Tiefen ging man zum Bau von Brunnen über. Waren die Brunnen gesenkt und ausgefüllt, so verband man sie durch Gewölbe. Die Arbeiten wurden in freier Luft ausgeführt und gaben keine Schwierigkeit. Der Felsen bot jedoch nicht immer eine ebene Fläche dar, sondern fiel häufig abschüssig ab, mit einer Neigung von 1:2 bis 1:3. Stuess nun der Brunnen beim Senken auf solchen abschüssigen Felsen, dann schlug man grosse viereckige Pfähle von 0.4—0.5 m Seite im Inneren der Brunnen und führte sie mittelst hydraulischer Pressen unter das Mauerwerk. Man schaffte dann den Schlick unter dem Brunnen weg und räumte den Felsen mit Hacke oder durch Sprengung fort. Je nach dem Fortschreiten der Arbeit unterfing man den Brunnen durch Stempel. Nach Wegschaffen der Felsmassen sprengte man das Holzwerk mittelst Dynamit weg. Das Brunnen-Mauerwerk sank dann bis zum Felsen hinab. Dieselbe Arbeit wurde wiederholt, bis man

eine genügend grosse Lagerfläche für den Brunnen erreicht hatte. Die Abtragsmassen wurden mittelst Dampfwinden gefördert und das Wasser mit Dampfmaschinen fortgeschafft.

Die Kosten von einem Kubikmeter Brunnen-Mauerwerk, einschliesslich Transport der Abtragsmassen auf 1 km Entfernung betrugen im Mittel 49.60 Mk. Auf diese Weise sind 35.000 m<sup>3</sup> Mauerwerk gegründet worden. Die Kaimauern haben sich bis jetzt gut erhalten.

Beim Bau der Kaimauern sind zwei verschiedene Querschnitte zur Ausführung gekommen.

a) Querschnitt der direkt auf Felsen oder in offener Grube fundirten Kaimauer. Die Aussenseite der Mauer ist von der Kai-Oberkante (+ 6.7 m) bis + 2.5 m, also auf 4.2 m Höhe vertikal und besteht aus Haustein. Von + 2.5 m bis zur Sohle des Bassins (— 3.9 m) hat sie eine Neigung von 1:4. Diese Fläche ist grob behauen. Die Deckplatte der Mauer ist 1.75 m breit, die mittlere Dicke der Mauer gleich der halben Höhe derselben.

b) Querschnitt der auf Brunnen fundirten Kaimauer. Die Brunnen liegen im Lichten 5 m voneinander; ihre Breite beträgt parallel zur Längsrichtung der Mauer 5 m. Im Inneren haben sie eine lichte Breite von 2 m. Senkrecht zum Bassin beträgt die äussere Breite 11 m und die innere lichte Breite 5 m, woraus sich die Wandstärken ergeben. Die Brunnen sind durch Gewölbe miteinander verbunden (Fig. 5—8, Taf. XXIII) und das Mauerwerk darüber massiv ausgeführt. Die Brunnen haben von + 2.5 m bis — 3.9 m eine Neigung 1:4; von + 2.5 bis + 6.7 ist die Mauer vertikal.

Die ganze Kaimauer ist ungefähr alle 50 m durch Pfeiler von 5 m Breite verstärkt.

Beim Bau des Westkais (Fig. 5, Taf. XXIII) wollte die beiden Brunnen A und B nicht tiefer als 10 m hinabsinken; man fürchtete später Senkungen im Mauerwerk, wenn man sie so liess und baute deshalb ein Gewölbe von 26.2 m Spannweite zwischen die Brunnen C und D.

Die hinter der Mauer auf Kaihöhe liegenden Flächen zerfallen in zwei Theile. Der erste, 50 m breite Theil geht um den ganzen Kai herum und besteht aus einem Bankett aus Quadersteinen von 1.75 m Breite, Steinpflaster von 3.5 m Breite, Quadersteineinfassung von 0.4 m Breite, Beschotterung von 29.35 m Breite für drei Eisenbahngleise, gepflasterter Strasse von 10 m Breite und einem Trottoir von 5 m Breite.

Der zweite Theil hat verschiedene Breiten und dient verschiedenen Zwecken; es befinden sich daselbst Bahnhof, Werkstätten und Bauplätze verschiedener Gesellschaften.

Der Hafen von Penhouët ist mit Treppen, Leitern, Ringen etc. versehen.

Einlaufschleuse. Im Osten des Bassins von Penhouët befindet sich eine Einlaufschleuse, welche man gebaut hat, um das Bassin von Penhouët so wenig als möglich der Aufschlickung auszusetzen. Das Werk ist mit drei Klappen versehen, die sich einzeln und gemeinschaftlich um eine horizontale Achse drehen können und sich im Ruhezustand gegen ein festes, massives Wehr legen, welches auf + 4.6 m liegt. Dasselbe ist durch zwei massive Pfeiler von 2 m Breite in drei Theile getheilt. Die Klappen werden hydraulisch bewegt und wird die nöthige Kraft den Maschinen der Schleuse von Penhouët entnommen.

Es genügt, zwei- oder dreimal im Monat Wasser von der Rhede zu nehmen, und zwar geschieht es bei Hochwasserspringfluth, weil dann die oberen Wasserschichten sehr wenig Schlick enthalten.

Trockendocks. Die drei Trockendocks von Penhouët haben folgende Verhältnisse:

	Breite der Einfahrt	Länge	Tiefe des Drenpels unter Hochwasser- nippfluth
	m	m	m
Nr. 1.....	25	140	7.30
Nr. 2.....	13	120	4.00
Nr. 3.....	18	150	7.30

Nr. 2 dient zwei Schiffen mittleren Tonnengehalts, Nr. 3 den transatlantischen Dampfern. Abgeschlossen werden die Docks durch eiserne Schiffpontons, von den einer für Nr. 1, zwei für Nr. 2 und einer für Nr. 3 vorhanden sind.

An Kränen sind im Hafen von St. Nazaire vorhanden: Privatleuten gehörig 4 Handkrähne, und zwar 1 von 1.5 t, 1 von 8 t, 1 von 10 t und 1 von 55 t Tragfähigkeit; 16 bewegliche Dampfkrähne, 12 von je 1.5 t und 4 von je 1 t Tragfähigkeit; 10 Dampfkrähne auf Pontons: 1 von 1 t, 2 von je 1.5 t, 4 von je 2 t und 4 von je 4 t Tragfähigkeit. 1 Dampfmastenkrahn dem Staat gehörend von 40 t Tragfähigkeit; Tarif 56 Mk. pro Tag. 1 Dampfmastenkrahn der transatlantischen Gesellschaft gehörend von 80 t Tragfähigkeit.

Schuppen fehlen.

An Lagerhäusern sind vorhanden: Ein Entrepôt von 616 m<sup>2</sup>. Vom Staat genehmigte Lagerhäuser mit 1232 m<sup>2</sup> Fläche. Entrepôts und Magazine einer Pariser Gesellschaft, die zur Zeit 3176 m<sup>2</sup> bedecken, bald jedoch auf 8000 m<sup>2</sup> vergrößert werden sollen.

#### Totalkosten der Hafenwerke.

Bezeichnung der Werke	Bau	Verbesserungen und Umbauten	Grosse Reparaturen	Totalausgabe für die einzelnen Werke	Totalsumme
	Mark	Mark	Mark	Mark	Mark
Massiver Hafendamm . . . . .	290.054.02	29.945.98	—	—	320.000.—
Bassin von St. Nazaire:					
Einfahrt und Hafendämme . . . . .	834.917.28	661.961.90	—	1,496.879.18	
Eintrittsschleusen . . . . .	1,678.854.82	625.294.82	—	2,304.149.64	
Erarbeiten, Kaimauern etc. . . . .	3,828.692.91	137.085.34	38.698.54	4,004.476.79	
Aufschlickung . . . . .	596.000.—	211.200.—	283.200.—	1,090.400.—	
Totalausgaben am 31. Dezember 1882 .	6,938.465.01	1,635.542.06	321.898.54	8,895.905.61	8,895.905.61
Bassin von Penhouët:					
Schleuse . . . . .	4,793.132.86	—	—	4,793.132.86	
Arbeiten des Bassins bis 31. Dez. 1882	13,996.194.73	—	—	13,996.194.73	
Totalausgabe 31. Dezember 1882 . . .	18,789.327.59	—	—	18,789.327.59	
Zu berichtende Posten und Kosten bis zur Vollendung . . . . .	3.307.78	—	—	3.307.78	
Summa . . .	18,792.635.37	—	—	18,792.635.37	18,792.635.37
Zusammen . . .					28,008.540.98

4. Handel und Verkehr. St. Nazaire besitzt den 7. Rang unter den Häfen Frankreichs.

#### Waarenverkehr (Seeschifffahrt).

Jahr	Angekommene Schiffe Einfuhr		Abgegangene Schiffe Ausfuhr		Zusammen	
	Tonnen- gehalt	Gewicht d. Waaren in Tonnen	Tonnen- gehalt	Gewicht d. Waaren in Tonnen	Tonnen- gehalt	Gewicht d. Waaren in Tonnen
1881	498.738	672.379	497.269	130.600	996.007	802.979
1882	587.359	862.438	584.056	166.133	1,171.415	1,028.571
1883	634.498	937.875	652.140	176.075	1,306.638	1,113.950
1884	668.530	966.955	670.706	166.217	1,339.236	1,133.172
1885	655.388	923.380	659.281	168.568	1,314.769	1,091.948

#### Flussschifffahrt.

Angekommene und abgegangene Schiffe		
Jahr	Zahl	Tonnengehalte nach An- gabe des Zollamtes
1881	6337	517.785
1882	6764	606.995
1883	7258	693.367
1884	6055	709.366
1885	5375	655.332

## Seeschifffahrt.

Jahre	Segelschiffe		Dampfschiffe		Beladene Schiffe		Schiffe mit Ballast		Französische Schiffe		Fremde Schiffe		Gesamtanzahl der Schiffe	
	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt	Zahl	Tonnen-gehalt
Angekommene Schiffe.														
1878	608	142.946	587	310.110	1116	432.044	79	21.012	719	266.805	476	186.251	1195	453.956
1879	622	195.154	620	345.545	1089	516.239	153	24.460	652	259.932	590	280.767	1242	540.699
1880	520	156.223	722	391.816	1088	519.454	159	28.585	670	255.331	572	292.708	1242	548.039
1881	407	111.551	677	387.187	991	465.823	93	32.915	594	258.333	490	240.405	1084	498.738
1882	340	106.384	843	480.975	1121	569.960	62	17.399	509	257.241	674	330.118	1183	587.359
1883	338	76.915	917	577.583	1128	604.707	127	49.797	595	296.730	660	357.768	1255	654.498
1884	224	66.617	912	601.913	1036	634.558	100	33.972	516	303.973	620	364.557	1136	668.530
1885	213	47.488	972	607.900	1075*	790.926*	66*	17.882*	558*	333.520*	583*	475.288*	1185	655.388
Abgegangene Schiffe.														
1878	600	194.268	592	379.059	445	254.947	747	318.380	715	295.167	477	278.160	1192	573.327
1879	544	170.923	607	340.444	447	161.676	704	349.691	585	234.024	566	277.343	1151	511.367
1880	577	180.070	714	387.478	529	179.274	762	388.274	679	263.065	612	304.483	1291	567.548
1881	411	111.019	674	386.250	401	167.230	684	330.039	581	258.153	504	239.116	1085	497.269
1882	332	105.425	849	478.631	436	177.805	745	406.251	542	248.238	639	335.818	1181	584.056
1883	333	79.843	908	572.297	467	207.818	774	444.322	592	299.137	649	353.003	1241	652.140
1884	210	65.114	910	605.592	398	199.465	722	471.241	509	308.474	611	362.232	1120	670.706
1885	223	48.628	969	610.653	470*	182.430*	382*	217.913*	459*	198.395*	393*	201.948*	1192	659.281

Die mit \* versehenen Zahlenwerthe des Jahres 1885 sind provisorische, da die Statistik dieses Jahres bei Aufstellung der Tabellen nicht definitiv abgeschlossen war.

Der Haupthandel St. Nazaires mit dem Ausland besteht für England in Kohlen und einheimischen Esswaaren, für Schweden, Norwegen und Deutschland in Holz, für die Vereinigten Staaten Nordamerikas in Holz und Getreide, für die Antillen und Mexiko in Kolonialwaren, für die Insel Réunion in Zucker und Kaffee, für Indien in Reis.

Eine Dampferlinie vermittelt den direkten Verkehr mit den Antillen und Mexiko.

II. Die untere Seine von Rouen bis Le Havre, der Seitenkanal an der unteren Seine von Le Havre nach Tancarville, sowie die Häfen von Rouen und Le Havre.

#### A. Die untere Seine von Rouen bis Le Havre.

1. Allgemeines. Es mögen einige allgemeine Bemerkungen über die Seine aufwärts von Rouen vorausgeschickt werden.

Die Seine ist einer der wichtigsten Flüsse Frankreichs, schon aus dem Grunde, weil Paris, der Vereinigungspunkt alles kommerziellen und industriellen Verkehrs dieses reichen Landes, an diesem Flusse liegt.

Die Seine entspringt in der Nähe von Chauceaux im Departement Côte d'Or und empfängt an grösseren Nebenflüssen auf dem rechten Ufer die Aube, die Marne und Oise, sowie auf dem linken Ufer die Yonne, Eure und Rille.

Die Schiffbarkeit der Seine von Rouen stromauf, sowie die der Nebenflüsse hat man durch Stauwerke ermöglicht, indem dadurch der Wasserspiegel gehoben und das Gefälle auf einzelne Punkte konzentriert wurde. Von der Yonnemündung ab ist die Seine schiffbar zu nennen. Die zu Montereau in

die Seine mündende Yonne, ein bedeutend grösserer Fluss wie die Seine am Zusammenflusspunkte, ist bis 18 km oberhalb ihrer Mündung schiffbar und die Marne sogar bis auf 300 km oberhalb ihrer Mündung in die Seine.

Von Paris bis Rouen, bei welcher letzterer Stadt die Seeschifffahrt beginnt, hat man natürlich am meisten für die Schiffbarkeit der Seine gethan und ist es auch in der That gelungen, sie den Verhältnissen entsprechend in einem vorzüglichen Zustand zu erhalten. Die Korrektionsarbeiten sind jetzt soweit beendet, dass 3 m Wassertiefe vorhanden ist und kleine Seeschiffe von 600—800 t nach Paris kommen können. Die Seine beschreibt in ihren Lauf von Paris bis Rouen zahlreiche scharfe Serpentin und ist durch viele Inseln gespalten, die man bei Anlage der Stauwerke benutzt hat.

Abflussmengen der Seine und ihrer Hauptnebenflüsse pro Sekunde in Kubikmeter:

	Niedrigster Wasserstand	Höchster Wasserstand
Sens an der Yonne . . . . .	15	757
Troyes „ „ Seine . . . . .	2	192
Melun „ „ Seine . . . . .	23	1340
Corbeil „ „ Seine . . . . .	23	1340
Chalifert „ „ Marne . . . . .	12	700
Venette bei Compiègne an der Oise	15	580
Paris an der Seine . . . . .	35	1660
Mantes „ „ Seine . . . . .	65	2250

Die Abflussmenge der Seine beträgt am oberen Ende des Fluthgebietes bei mittlerem Wasserstande 450 m<sup>3</sup> pro Sekunde.



2. Die untere Seine von Rouen bis Le Havre. Die Stadt Rouen liegt 128 km oberhalb der Seinemündung und 124 km oberhalb Le Havre. Die Flutheinswirkung erstreckt sich noch 25 km oberhalb Rouen bis zur Stauanlage Martot.

Die Seine (Fig. 1, Taf. XXIV) fliesst im Fluthgebiet durch Kalkfelsen, in welche sie ihr Bett gegraben hat. Die Höhenzüge sind für ihren Lauf maassgebend gewesen; sie fliesst auch hier, wie oberhalb Rouen, in scharf gekrümmten Serpentinien. Die Seine zwischen Rouen und dem Meere lässt sich in zwei gut unterschiedene Strecken einteilen, nämlich in die Strecke von Rouen bis La Mailleraye und in die von La Mailleraye bis Le Havre. Von Rouen bis La Mailleraye hat der Fluss ein unbewegliches und regelmässiges Bett, so, dass man hier, mit Ausnahme einzelner Baggerungen, von einer eigentlichen Regulirung absehen konnte. Unterhalb La Mailleraye bis Le Havre ist das Bett beweglich und hauptsächlich aus sandigen und schlammigen Ablagerungen gebildet. Von Honfleur aus senkt sich der Boden allmählig gegen das Meer hin. Eine Aussenbarre gibt es in der Seinemündung nicht.

Die rund 60 km lange Partie zwischen La Mailleraye bis etwas oberhalb Honfleur befand sich vor Beginn der Korrektionsarbeiten im Jahre 1846 in sehr schlechtem Zustande. Die Breiten des Bettes wechselten sehr, sie betrugen 1000 m zwischen La Mailleraye und Villequier, 1500 m zu La Vacquerie, 3200 m zu Quillebeuf, 7000 m abwärts von La Roque und 10.000 m oberhalb Honfleur. Diese grossen Breiten waren durch bewegliche Sandbänke ausgefüllt, welche beständig durch die Ebbe- und Fluthströme beeinflusst, ihre Lagen änderten. Oft verlegte sich in einigen Tagen die Fahrwasserrinne von einem Ufer zum anderen.

Die Tiefen waren wechselnd und ungenügend. Bei grossen Fluthen fand man abwärts von Quillebeuf 4·3 m Wasser, bei Hochwasser-Nippfluth nur 1·76 m. Aufwärts von Quillebeuf war die Schifffahrt zahlreichen Gefahren ausgesetzt, hierunter besonders durch die Bank von Meules.

Diese Gefahren vertheilten sich auf die ganze Länge der Fahrt und wurden noch durch den Mascaret (siehe gleich weiter unten) vermehrt. Schiffe, die strandeten, waren ohne Rettung verloren.

Bei diesen Zuständen konnten nur kleine Schiffe von 100—200 t den Fluss befahren und gebrauchte man vier Tage vom Meer bis Rouen. Die Fracht betrug zwischen dem Meer und Rouen 8 Mk. pro 1 t; der Zinsfuss der Versicherung war  $\frac{1}{2}\%$ .

Der Mascaret ist eine bei gewissen Wasserständen und Fluthen auftretende überstürzende Fluthwelle und entsteht aus der starken Fluth-Entwicklung in der Seinemündung, welche bei gewöhnlicher Springfluth 7·2 m erreicht, und aus dem starken Ebbegefälle von Quillebeuf an. Durch Letzteres wird der Fusspunkt der Fluthwelle aufgehalten, die Fluth überwindet das Ebbegefälle und bildet eine fast senkrecht sich überstürzende Welle von 1—2 m Höhe, die sich stromaufwärts bewegt und heftig an den Ufern bricht. Der Mascaret hat durch die Regulierungsarbeiten nichts an seiner Mächtigkeit und Ausdehnung verloren und wird sich nur dadurch beseitigen oder wenigstens mildern lassen, dass man das Ebbegefälle des Stromes möglichst gleichmässig

vertheilt. Der Mascaret beginnt von Tancarville an sich bemerkbar zu machen; er erreicht zu Quillebeuf sein Maximum und erhält sich bis etwas oberhalb Caudebec. Jenseits der Bank des Meules hat er fast alle Kraft verloren.

Fig. 2, Taf. XXIV, stellt das Längenprofil der Seine von Rouen (Eisenbahnbrücke) bis Le Havre dar, und zwar für das Jahr 1824 vor Beginn der Regulierungsarbeiten und für das Jahr 1875. Man ersieht aus demselben die Verbesserung der Strecke von La Mailleraye bis La Roque, sowie die schwache Fluth-Entwicklung von La Mailleraye bis Rouen. Die Hochwasserlinie zwischen diesen beiden Orten liegt fast horizontal. Das absolute Gefälle der Seine beträgt von Rouen (Eisenbahnbrücke) bis Le Havre 4·514 m.

Die verschiedenen Fluthhöhen bei Springfluth und Nippfluth der einzelnen Stationen sind aus diesem Längenprofil zu ersehen.

Fluthkurven. Die Fluthkurven in Le Havre (Fig. 1, Taf. XXVI) haben beinahe die reine Form der Fluthkurven des offenen Meeres. Die Formen der Fluthkurven einiger Stationen der maritimen Seine sind in Fig 3 und 4, Taf. XXIV, dargestellt. Fig. 3 zeigt die Fluthkurven einer Springfluth bei Tancarville, Quillebeuf und Rouen für das Jahr 1856, einem Zeitpunkte, an welchem die Eindämmung noch eine sehr unvollendete war. Fig. 4 zeigt die Fluthkurven einer Springfluth im Herbst 1876 für dieselben Stationen. Die Form der Fluthkurven bietet viel Interessantes. Vor den Korrektionsarbeiten hatten die Fluthkurven nur einen einzigen Scheitel, nach denselben besitzen sie zwei sehr ausgeprägt getrennte Scheitel. Der Zeitraum zwischen dem Eintreten dieser beiden Gipfel beträgt von der Rille bis Rouen ungefähr 2 Stunden 15 Min.

3. Ausgeführte Arbeiten in der unteren Seine. Mit den Korrektionsarbeiten wurde im Jahre 1846 begonnen, und zwar zuerst mit der Herstellung von Parallelwerken zwischen Villequier und Quillebeuf. (Fig. 1, Blatt XXIV.) Die Breite des Flusses wechselte sehr und die Fahrwasserrinne änderte fast bei jeder Fluth ihre Richtung. Die Bänke von Villequier und Aizier sind durch den Bau der Dämme um 2—3 m gesenkt worden. Die Schiffe durften bei Hochwasser-Springfluth nur 3·3 m Tiefgang haben, um diese Stellen passiren zu können; jetzt ist dort 7—7·5 m Wassertiefe bei Hochwasser-Springfluth und 5 m bei Hochwasser-Nippfluth vorhanden.

Man baute nun sukzessive auf der rechten Seite des Flusses das Parallelwerk zwischen Quillebeuf und Tancarville, auf der linken Seite den Damm zwischen Quillebeuf und La Roque, hernach auf der rechten Seite den Damm zwischen Tancarville und La Roque und schliesslich auf beiden Ufern die Parallelwerke von La Roque bis zur Mündung der Rille. Diese Arbeiten waren 1867 beendet. Später wurde das Südparallelwerk abwärts von La Mailleraye vervollständigt und die Bank des Meules durch Baggerung vertieft.

Seit 1869 sind die Neubauten in der maritimen Seinemündung eingestellt, mit Ausnahme einiger Bauten im Hafen von Rouen und einiger ergänzenden Eindämmungen, welche man ausführte, um die Bank von Bardouville zu verbessern.

Die Korrektionsarbeiten erstrecken sich auf dem linken Ufer bis etwas unterhalb der Rille und auf dem rechten Ufer bis gegenüber der Mündung dieses Flusses.

Die durch die Parallelwerke eingehaltenen Flussbreiten sind wie folgt bestimmt worden:

Zu La Mailleraye 300 m, von dort bis Aizier zunehmend auf 400 m, von Aizier bis Quillebeuf zunehmend auf 500 m. Bei Berville beträgt die Breite des Hochwasserspiegels reichlich 4000 m.

Das Parallelwerk ist abwärts von Tancarville auf dem rechten Ufer fast gänzlich zerstört.

Leinpfade sind bald auf dem linken, bald auf dem rechten Ufer angelegt. Fähren vermitteln das Uebersetzen der Zugthiere an den betreffenden Uebergangsstellen. Da jedoch zur Zeit fast alle Schiffe geschleppt werden, so sind dieselben nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Gesamtkosten der ausgeführten Arbeiten beliefen sich zu Ende des Jahres 1878 auf rund 14,500.000 Mk.

Herstellung der Dämme. Alle Dämme sind aus Kalksteinen geschüttet, welche den Hügeln der Ufer zwischen Rouen und dem Meer entnommen sind.

Man sprengte den Felsen in unregelmässige Blöcke von 0.4—0.6 m Dicke. Die kleineren Stücke und die Abbruch-Ueberbleibsel wurden beim Bau zum Ausfüllen der Lücken der grossen Blöcke verwendet; jede Art ist jedoch getrennt angeliefert worden.

Der Transport geschah durch Schiffe von 30—70 t Tragfähigkeit.

Die Parallelwerke zerfallen in zwei Hauptarten. Die Kronenhöhe der einen liegt auf mittlerem Hochwasser, die anderen Dämme sind überschwemmbar, stören die Fluth-Entwicklung nicht und liegen etwas über Niedrigwasser-Nippfluth. Die hohen Dämme liegen oberhalb Tancarville auf dem rechten Ufer und oberhalb La Roque auf dem linken Ufer; unterhalb La Roque und Tancarville sind die Dämme niedrig gehalten.

Die Höhe der Krone ist zu La Roque auf dem linken Ufer um 1.34 m höher gelegen, als die Niedrigwasser mittlerer Nippfluth und um 2.10 m höher als die Niedrigwasser mittlerer Springfluth. Der Damm des rechten Ufers ist 0.45 m höher, als der Damm des linken Ufers.

Nach ihrer Vollendung sind die Dämme beträchtlichen Zerstörungen ausgesetzt gewesen. Eine der Hauptursachen der Verschlechterung für die hohen Dämme ist das sukzessive Sinken des Niedrigwasserspiegels gewesen, welches durch die Korrektionsarbeiten selbst erfolgte; zu Quillebeuf z. B. lag der mittlere Wasserspiegel bei Niedrigwasser-Springfluth im Jahre 1862 1.6 m über der jetzigen Höhe.

Der Mascaret übt seine Wirkung auf den Theil der Dämme aus, welcher unmittelbar über Niedrigwasser der Springfluth liegt. Das allmälige Sinken des Wasserspiegels war nun die Ursache, dass der Mascaret in verschiedenen Höhen auf die Dämme einwirkte und die schweren Zerstörungen hervorrief. Jetzt, wo die Flutherscheinung wieder einen konstanten Verlauf angenommen hat, hat man die definitive Sicherung der hohen Dämme mittelst gepflasterter Bermen unternommen, welche durch eine Reihe Pfähle und Planken geschützt sind.

Die niedrigen Dämme sind dem Mascaret nicht ausgesetzt, wohl aber der Kraft der Strömungen, weshalb sie abgeplastert worden sind.

Fig. 5, Taf. XXIV, zeigt ein älteres Dammprofil. Die Kronenbreite beträgt 2 m, die nach der Wasserseite liegende Böschung ist 1:1½, die der Landseite zugekehrte 1:1. Pfähle schützen den Fuss der Steinbekleidung.

Fig. 6, Taf. XXIV, zeigt ein anderes Profil der älteren Dämme. Es besteht aus einfacher Steinschüttung. Die punktirten Linien zeigen das definitive Profil bei weiterer Anschwemmung.

Fig. 7, Taf. XXIV, ist bei den Ausbesserungen der Dämme zur Anwendung gekommen. Die Verkleidung der äusseren Böschung und der Berme mit Béton hat den Zweck, dem Stosse des Mascaret genügenden Widerstand zu leisten. Der Fuss der Berme wird durch eine Reihe Pfähle und Bohlen vertheidigt. Dort, wo keine Unterspülungen zu befürchten sind, fehlt die Berme; der Fuss ist dort einfach durch Steinschüttungen gesichert.

Resultate der Arbeiten. Durch die ausgeführten Arbeiten hat man das Flussbett vertiefen und den Zustand der Fahrwasser in der Mündung verbessern wollen, was auch zum Theil erreicht wurde.

Das Bett des eingedämmten Theiles hat sich sogar mehr vertieft, als man hoffen durfte; die Vergleichung der Längenprofile (Fig. 2, Taf. XXIV) von 1824 und 1875 lässt dies erkennen. Das Bett ist um 7 m auf der Barre von Villequier tiefer geworden, um 4 m auf der Barre von Aizier, um 9 m abwärts von Quillebeuf und um 5 m zu La Roque. Durch Baggerungen ist die Bank des Meules welche immer noch der höchste Punkt des Flussbettes ist, um 3 m vertieft worden.

Ungefähr 17 km abwärts der Dämme, in der Mündung selbst, wo das Fahrwasser sich selbstständig bilden kann, ist die Wirkung der Arbeiten nicht weniger bemerkbar; das Fahrwasser ist freilich nicht festgelegt, doch treten keine so plötzlichen grossen Verwerfungen desselben wie früher ein. Eine Barre gibt es in der Seinemündung, wie bereits gesagt, nicht. Unterhalb der Eindämmung liegt der höchste Punkt des Fahrwassers rd. 5.5 m unter mittlerem Hochwasser der Nippfluth, zwischen dem Beginn der Eindämmung und Tancarville auf rd. 7 m. Die Bank des Meules hat 5—6.5 m Wasser bei mittlerem Hochwasser der Nippfluth.

Der Schiffsverkehr ist der Verbesserung des Flussbettes entsprechend gewachsen. Es können jetzt Schiffe bis zu 2000 t Tragfähigkeit und 6.3 m Tiefgang in acht bis zehn Stunden von Le Havre nach Rouen fahren.

Hinter den Parallelwerken haben sich durch Aufschlickung beträchtliche Vorländereien gebildet; ihre Oberfläche beträgt 8400 ha.

Von diesen Anschwemmungen hat der Staat den Uferbewohnern 2613 ha überlassen und dafür als Entschädigung 1,111.360 Mk. erhalten. Eine weitere Fläche von 3710 ha wird als Grasland benützt und hat dem Staate im Jahre 1878 236.460 Mk. eingebracht. Eine Fläche von 2077 ha ist im Entstehen begriffen.

Die angeschwemmten Vorländereien sind von ausgezeichnete Beschaffenheit und werden auf 3200 Mk. pro 1 ha

geschätzt; das gibt für die ganzen durch die Eindämmung entstandenen Ländereien einen Werth von rd. 27,000.000 Mk.

Im Grossen und Ganzen wird man die bis jetzt ausgeführten Korrektionsarbeiten an der maritimen Seine als keine gelungenen bezeichnen können. Durch die Eindämmungen des Flusses und die dadurch erfolgten Anschwemmungen ist dem Fluthwasser sehr viel Platz entzogen worden. Es sind unterhalb der Dämme grosse Ansandungen entstanden, die das Auftreten einer Barre befürchten lassen und somit Le Havre schwer schädigen können.

Die Dämme sind im Allgemeinen zu hoch angelegt und in zu kleinen Breitenabständen voneinander. Bei grösseren Entfernungen der Dämme voneinander hätte man freilich zu beträchtlichen Baggerungen greifen müssen, jedoch würde der entstandene Kostenaufwand reichlich dadurch aufgewogen worden sein, dass man der Fluth ein ungehindertes Einströmen in das erweiterte Becken ermöglicht und so die Wassermenge beträchtlich vergrössert hätte.

Zur Zeit befindet sich die Frage einer weiteren Korrektion der maritimen Seine in dem Stadium, dass Rouen eine Verlängerung der Dämme stromab befürwortet, um vom unteren Ende der Dämme an bis zur Mündung der Seine ein besseres Fahrwasser zu erzielen, Le Havre aber wegen der Befürchtung des Bildens einer Barre sich dagegen sträubt. Mancherlei Projekte behufs Verbesserung dieser unteren Flussstrecke sind gemacht worden, und ist zur Zeit eine Kommission, welche aus den bedeutendsten Hydrotechnikern Frankreichs besteht, mit Lösung dieser Frage beschäftigt.

Fig. 1, Taf. XXV, zeigt die Situation der neuesten projektirten Trace einer Eindämmung unterhalb Tancarville, welche zur Zeit der Kommission zur Begutachtung vorliegt.

Dieselbe schliesst sich an die Dämme zu Tancarville in der dort vorhandenen Breite von 500 m und bis la Roque auf dem linken Ufer an das bestehende Werk an, geht darauf in einer flachen Kurve nach Norden und schliesslich ebenfalls flach gekrümmt nach Süden, woselbst der Damm des linken Ufers auf den Leuchthurm von Honfleur zuläuft, während die Eindämmung des rechten Ufers, 3000 m von der des linken entfernt, sein Ende erreicht. Die Länge der neuen Eindämmung beträgt rd. 15 km.

Die Breiten zwischen den Dämmen wachsen von oben nach unten, nehmen jedoch nicht allmähig zu, sondern nach den von Fargue für einen Fluss mit beweglicher Sohle entwickelten Grundsätzen,\*) d. h. in Abschnitten, welche mit den Kurven der Trace korrespondiren und von denen jeder eine Verbreiterung in sich fasst, gefolgt von einem Engerwerden, so dass das Bett sich gegen den Scheitelpunkt der Kurven hin erweitert und nach den Zugängen der Biegungspunkte verengt.

Die Dämme sollen niedrig gehalten und aus Steinen geschüttet werden bis auf den rd. 7 km langen unteren Theil des rechten Ufers, der aus eingerammten Pfählen bestehen soll, die in der Höhe der Dämme abgeschnitten werden und deren Abstände voneinander das Ein- und Austreten der

Fluth- und Ebbewasser gestatten. Die Fahrwasserrinne ist punktirt in Fig. 1, Taf. XXV, angegeben und würde sich ungefähr Le Havre gegenüber an die dort bestehende Fahrinne anschliessen.

Auf die definitive Lösung der Frage und auf die schliesslichen Erfolge kann man füglich gespannt sein.

#### B. Der Seitenkanal von le Havre nach Tancarville.

Der seiner baldigen Vollendung entgegengehende Kanal von Le Havre nach Tancarville, bzw. Harfleur, hat erstlich den Zweck tiefgehenden Schiffen die Fahrt bis Harfleur zu ermöglichen und soll zweitens den Flussschiffen, welchen in der Seinemündung mancherlei Hindernisse und Gefahren entgegenstehen, jederzeit die Fahrt von Le Havre bis Tancarville und umgekehrt ermöglichen.

Hiedurch kann der transatlantische Verkehr mit Hilfe einer einzigen Umladung in Le Havre auf die französischen Wasserstrassen gelangen und der Transport der Waaren aus dem Inneren des Landes jederzeit ungehindert nach Le Havre kommen.

Die Profile der Kanalstrecke Harfleur—Tancarville ermöglichen jederzeit ein Vertiefen des Kanals, um auch grösseren Schiffen die Passage zu gestatten. Die Schleusen haben bereits die darauf bezüglichen Dimensionen erhalten.

Der Kanal hat eine Haltung und befindet sich auf der rechten Seite des Seineflusses; er durchschneidet die auf rund 8 m über Null der Seekarten liegenden Vorländereien zwischen Le Havre und Tancarville. (Fig. 1, Taf. XXIV, und Fig. 1, Taf. XXV.)

Bis zur Abzweigung nach Harfleur, welche Länge rund 5.5 km beträgt, ist die Wassertiefe in dem Kanal 6 m, von dort bis Tancarville auf rund 18 km Länge nur 3.5 m.

Fig. 8, Taf. XXIV, zeigt das Profil des Kanals zwischen Le Havre und Harfleur. Die Sohlenbreite beträgt 19 m, die Böschungen sind bis zu den auf beiden Seiten liegenden 3 m breiten Bermen 1:2. Von den Bermen bis zur Oberfläche des Terrains ist die Seitenböschung 1:1.

Die Sohle des Kanals liegt auf +1.15 m über Null der Seekarten. Der Normalwasserspiegel des Kanals liegt auf +7.15 m.

Fig. 9, Taf. XXIV, gibt das Profil zwischen Harfleur und Tancarville. Die Sohlenbreite ist 25 m. Die Seitenböschungen der auf +6.75 m liegenden, 3 m breiten Berme betragen 1:3, von dort bis zur Terrainsoberfläche 1:1. Der Normalwasserspiegel liegt auch hier auf +7.15 m über Null der Seekarten.

Zwei Kammerschleusen, von denen die eine zu Le Havre, die andere zu Tancarville gelegen ist, schliessen den Kanal vom Bassin de l'Eure des Hafens zu Le Havre, bzw. von der Seine bei Tancarville ab. Die Breite der Kammern beträgt 25 m, die Länge derselben 180 m. Vom Bassin de l'Eure treten die Schiffe zuerst in eine 240 m lange und 45 m breite Einfahrt, von dort in die Kammerschleuse und aus derselben durch einen 560 m langen und 60 m breiten Flusshafen in den Kanal selbst.

Mit besonderen Schwierigkeiten ist die Ausführung des Kanals nicht verknüpft gewesen. Sämmtliche Kunstbauten bestehen aus Bruchsteinmauerwerk, welches mit

\*) L. Schrader: Bestimmung der Normalprofilbreiten eines Wasserlaufes mit beweglicher Sohle für einen mittleren Wasserstand. Wochenblatt für Baukunde, 1886. Seite 276—278.

Ziegeln verblendet ist. Die Deckplatten der Bauwerke und die Eckeingassungen sind aus Haustein. Die Arbeiten begannen im August 1881 und sind Ende 1886 beendet worden.

Die Kosten derselben sind auf 16,600.000 Mk. veranschlagt.

Ueber den Werth des Kanals für die Schifffahrt kann man im Zweifel sein. Einigt man sich über eine weitere Korrektur der unteren Seine, so wird die Strecke des Kanals von Harfleur bis Tancarville ihren Zweck, eventuell auch tiefgehenden Schiffen zu dienen, verlieren. Ob es überhaupt Le Havre gelingen wird, durch den Bau des Kanals das Geschäft des Umladens der transatlantischen Güter in Flussschiffe von Rouen nach Le Havre zu leiten, oder das Umladen der Waaren aus den Flussschiffen bereits in die Seeschiffe zu Rouen zu verhindern, scheint zweifelhaft. Jedenfalls macht Rouen grosse Anstrengungen seine Hafenanlagen zu verbessern und zu erweitern, um den Schiffen das Laden und Löschen zu erleichtern.

### C. Der Hafen von Rouen.

1. Allgemeines. Die Stadt Rouen mit einer Bevölkerung von rund 106.000 Einwohnern, liegt am Scheitel einer der Seinekrümmungen auf beiden Seiten des Flusses, 124 km stromaufwärts von Le Havre. Sie ist mit ganz Frankreich und dem europäischen Festlande durch zwei grössere Eisenbahnlinien verbunden; eine von Rouen nach Orléans eröffnete Linie verbindet überdies die Stadt direkt mit dem Süden und Westen Frankreichs. Durch die Seine steht der Hafen in unmittelbarer Verbindung mit den Binnenschiffahrtsstrassen Frankreichs und besonders mit Paris. Die Entfernung von Rouen nach Paris auf der Seine ist 242 km, per Eisenbahn 136 km.

2. Schifffahrtsverhältnisse. Die Schifffahrt zwischen Rouen und dem Meere war, wie weiter oben bereits gesagt, vor Beginn der Korrektionsarbeiten sehr schwierig und gefährlich. Jetzt kommen kaum noch Havarien vor, obgleich die Eintauchtiefe der Schiffe bis zu 6,3 m bei 2000 t Tragfähigkeit beträgt.

Ein vom Meer kommendes Dampfschiff, welches in die durch Dämme korrigirte Seinestrecke ein oder zwei Stunden nach Niedrigwasser eintritt, kann Rouen in einer Fluth erreichen.

Die Thalfahrt von Rouen ist bei Nippfluth leicht und bequem. Ein Dampfer muss in diesem Falle Rouen so verlassen, dass er Le Trait (57 km unterhalb Rouen) zur Zeit der eintretenden Fluth erreicht; er wird dann ohne Aufenthalt alle stromabliegenden Schifffahrtshindernisse überschreiten.

Bei Springfluth ist jedoch ein Aufenthalt nöthig, um die erste Heftigkeit des Fluthstromes vorübergehen zu lassen. Der Dampfer muss dann Rouen so verlassen, dass er zu Villequier oder Vieux-Port 3—4 Stunden vor Eintritt der Fluth vor Anker geht. Ist die Fluth vorbei, so erreicht das Schiff, wenn es gut fährt, die Mündung ohne neuen Aufenthalt; fährt es langsam, so muss es nochmals zu Tancarville ankern, um eine zweite Fluth zu erwarten.

Das Fahrwasser in der Seinemündung und in der Seine ist durch Schifffahrtszeichen, als Leuchthürme, Feuer, Bojen etc. gekennzeichnet.

An einer Signalstange zu Duclair wird zu jeder Tages- und Nachtzeit das Minimum der Wassertiefe auf der Bank von Bardouville angezeigt.

3. Wasserstandsverhältnisse. Die Hafenzeit ist 11 Uhr 30 Min. Der Wasserspiegel im Hafen wird sowohl vom Seinefluss, wie auch von Ebbe und Fluth beeinflusst und wechselt, ganz aussergewöhnliche Fälle abgerechnet, von + 0,43 m bis + 4,73 m, also um 4,3 m.

Im Folgenden sind die wichtigsten Wasserstandsverhältnisse, bezogen auf den mittleren Meeresspiegel zu Marseille, dem Generalhorizont Frankreichs = 4,294 m Null der Seekarten der Seinemündung, mitgetheilt.:

	Bei niedrigstem Wasserstand		Bei gewöhnlichem Wasserstand		Bei gewöhnlicher Anschwellung	
	Springfluth	Nippfluth	Springfluth	Nippfluth	Springfluth	Nippfluth
	m	m	m	m	m	m
Hochwasser.....	3.58	1.32	3.75	2.12	4.52	2.44
Niedrigwasser....	1.47	0.22	1.75	1.02	3.11	2.03
Fluthhöhe.....	2.11	1.10	2.00	1.10	1.41	0.41

Die Niedrigwässer bei Nippfluth sind also kleiner, als die der Springfluth und letztere sind unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht viel kleiner als die Hochwässer der Nippfluth.

Hochwasser der Aequinoctialspringfluth = + 4,02 m  
Der höchste bekannte Wasserstand (1658) erreichte + 7,63 m  
Der niedrigste bekannte Wasserstand (22. August 1874) erreichte ..... + 0,22 m

Der Fluthstrom tritt plötzlich ein. Er erzeugt bei Springfluth eine plötzliche Senkung von 0,6—0,8 m, welche auf den wenig tiefen Böschungen brandet und als ein sehr schwacher Mascaret anzusehen ist. Die Fluth dauert fast 4 Stunden, die Ebbe 8½ Stunden.

Bei sehr starker Fluth beträgt die Stromgeschwindigkeit zu Rouen 1,25 m pro Sekunde und 1 m bei sehr starker Ebbe. Im Sommer, zur Zeit der niedrigsten Wasserstände der Nippfluth, kann die Geschwindigkeit des Ebbestromes bis 0,3 m pro Sekunde hinabsteigen.

Die Springfluth tritt zu Rouen im Mittel, zur Zeit der Syzigien, 2 Stunden 10 Minuten nach Hochwasser zu Havre ein oder 6 Stunden 45 Minuten nach Niedrig-Wasser.

Ueber die Form der Fluthkurven zu Rouen siehe „A. Die untere Seine von Rouen bis Le Havre“, sowie die Fig. 3 und 4, Taf. XXIV.

Die Winde üben keinen Einfluss auf die Schifffahrt in den Hafen von Rouen hinein aus und sind im Hafen selbst von geringer Heftigkeit. Fig. 3, Taf. XXV zeigt die Häufigkeit der Winde für die vier Jahreszeiten.

Eis unterbricht sehr selten die Schifffahrt.

4. Der Hafen in seinem jetzigen Zustande.

Der Hafen von Rouen, Fig. 2, Taf. XXV, ist ein offener Hafen und enthält einen Seehafen abwärts der neuen Brücke, sowie einen Flusshafen aufwärts dieser Brücke.

a) Der Flusshafen. Der Flusshafen hat 11,5 ha Fläche und 1403 lfd. Meter Kais, hievon 918 m auf dem rechten und 485 m auf dem linken Ufer. Die Lagerflächen betragen 44,5 m<sup>2</sup>, hievon 19,64 m<sup>2</sup> auf dem rechten und

24·86 m<sup>2</sup> auf dem linken Ufer. Die Wassertiefe im Hafen wechselt von 3–8 m. Schienenstränge laufen auf den Kais und verbinden sie mit den Bahnhöfen. Privatschuppen bedecken 1700 m<sup>2</sup> Fläche.

b) Der Seehafen. Bis zum Jahre 1875 erstreckte sich der Seehafen von der damaligen Hängebrücke, jetzt an deren Stelle erbauten „neuen Brücke“, stromab auf dem rechten Ufer bis zum unteren Ende des Kais „du Mont Riboudet“, gegenüber der damals noch vorhandenen Insel du petit Gay, und auf dem linken Ufer bis zum Ende des Kai „des Curandiers“.

Der Umbau der alten Kais wurde 1875 beschlossen und die Kosten auf 3,200.000 Mk. festgesetzt, zu welcher Summe die Handelskammer 800.000 Mk. beitrug. Die so hergestellten neuen Kais beschafften eine Tiefe vor denselben von mindestens 5 m bei niedrigstem Wasserstande.

Die Verlängerung der stromabwärts liegenden Kais auf beiden Seiten der Seine wurde 1879 beschlossen und eine Summe von 6,640.000 Mk. dafür bewilligt. Diese Bauten sind zur Zeit noch in der Ausführung begriffen.

Die Verbreiterung der Kaiflächen auf 60 m auf dem linken Ufer und die vollständige Abpflasterung der so gewonnenen Flächen hat überdies 760.000 Mk. gekostet.

Diese Verlängerung der Kais und das Hinausschieben der Kai-Streichlinie auf der rechten Seite des Hafens in den Strom hinein erstreckt sich bis zur Strasse Jean Ango. Die Insel du petit Gay ist verschwunden und das linke Ufer vom Kai „Jean de Bethencourt“ an mit der Insel Méru verbunden worden, wodurch der Fluss in einen angemessenen breiten Schlauch zusammengehalten wird. Der Seehafen hat rund 1900 m Länge auf dem linken Ufer und 1600 m Länge auf dem rechten Ufer, von denen rund 470 m im Bau begriffen sind. Die Breite desselben wechselt von 125 m bis 190 m. Aufgehöhte beträchtliche Lagerflächen von wechselnden Breiten befinden sich auf jedem Ufer. Die Wassertiefe am Fusse der Kais beträgt mindestens 5·8 m unter Niedrigwasser-Nippfluth. Die Oberkante der neuen Kais liegt auf + 4·95 m.

Auf dem linken Ufer des unteren Endes des Seehafens ist ein rund 800 m langes und 100 m breites Bassin gewonnen worden, welches seinerzeit mit Kais eingefasst werden soll. Jetzt bildet dasselbe einen Winterhafen und wird überdies von Industriellen benützt.

Fig. 4, Taf. XXV, zeigt den Querschnitt der neuen Kaimauer des Seehafens. Die eingeschriebenen Höhenzahlen beziehen sich auf den mittleren Mittelmeerspiegel.

Bevor man mit dem Einrammen der Pfähle begann, baggerte man den Boden bis — 5·48 m unter Null weg und machte einen Graben von 0·5 m Tiefe, so dass der Fuss der zur Sicherung des dahinterliegenden Terrains nöthigen Aufschüttung bis — 5·98 m herunterging. Die Aufschüttung besteht in kroidigen Felsstücken, ihre Böschung ist 3 : 2. Die vier Pfahlreihen, auf denen die eigentliche Kaimauer ruht, sind 1·3 m von Achse zu Achse voneinander entfernt. Die Pfähle sind in der Längsrichtung 1 m von Achse zu Achse entfernt und auf — 1·48 m abgeschnitten. Die drei ersten Pfahlreihen haben eine Neigung 1 : 8. Die vier hinteren Pfahlreihen, auf denen das Trockenmauerwerk ruht, sind

1·5 m von Achse zu Achse voneinander entfernt und auf + 1·12 m abgeschnitten. Alle Pfähle sind bis zur festen Kreide hinuntergeschlagen, die man im Mittel bei — 11·48 m antrifft. Um die Kaimauer, deren Oberkante auf + 4·95 m liegt, ausführen zu können, senkte man auf die vier vorderen, auf — 1·48 m abgeschnittenen Pfahlreihen einen hölzernen wasserdichten Kasten von 20·69 m Länge und 4·89 m Höhe durch Eingiessen von Béton in denselben. Der Boden dieses Kastens, die Rahmen der beweglichen Seitenwände, sowie die Pfosten waren aus Buchenholz, die anderen Holztheile aus nordischem Fichtenholz.

Bis zur Höhe von + 1·12 m wurde der Kasten mit Béton ausgegossen, darüber wurde das Mauerprofil in Bruchsteinmauerwerk in Portlandcement aufgeführt. Verkleidet ist die Aussenseite der Mauer mit Ziegelsteinen und abgedeckt durch Granitplatten von 0·25 m Stärke und 1·2 m Breite. Die Aussenseite der Mauer hat eine Neigung 1 : 8. Die Futtermauer ist in Trockenmauerwerk ausgeführt und ruht auf einem Rost aus Buchenholz von 0·12 m Stärke. Diese Bohlen sind auf Buchenquerhölzer von 0·28 m/0·28 m genagelt. Durch eiserne Bolzen sind diese Holme auf die Pfahlköpfe befestigt. Eiserne Zugstangen von 22 m Länge, 320 mm Breite und 20 mm Stärke, liegen je 10·5 m voneinander entfernt und verbinden die Kaimauer mit einem Verankerungsmassiv. Klammern sind wiederum quer über die Zugeisen an ihren beiden Enden genietet und sichern die Verbindung mit dem Mauerwerke. Gusseiserne Poller sind in die Kaimauer eingelassen.

Der Preis pro lfd. Mtr. betrug für diese Mauerkonstruktion rd. 1680 Mk. Hiezu kommen noch die Kosten für die Baggerungen, die je nach der Bodenbeschaffenheit wechselten. Die Seitenwände der Holzkästen haben mehrere Male benützt werden können. Die Aufschüttungen sind im obigen Preise nicht enthalten.

Die alten Kais des Seehafens haben zwei bis drei Geleise. Die neuen Kais und Lagerflächen werden alle mit vier Geleisen, zwei für Laden und Entladen und zwei für den Verkehr versehen. Am Ende des linksseitigen Kais ist Platz für Rangirgeleise gelassen worden.

Auf dem rechten Ufer stehen die Kai-Geleise mit dem Nordbahnhof in Verbindung, während der Westbahnhof des rechten Ufers in keiner direkten Verbindung mit dem Kai steht. Auf dem linken Ufer stehen die Kai-Geleise mit dem Westbahnhof (St. Sever) und mit dem neuen Staatsbahnhof (Orléans) in Verbindung.

An Krähen sind zur Zeit fünf Krähe zum öffentlichen Gebrauch vorhanden, welche der Handelskammer gehören, nämlich 1 fester Handkrah von 30.000 kg, 1 Dampfkrah von 10.000 kg und 3 bewegliche Dampfkrahne von 1500 kg Tragfähigkeit.

Projektirt sind Seitens der Handelskammer 20 Stück bewegliche hydraulische Krähe von je 1500 kg Tragfähigkeit.

Ueberdies existiren noch, Privatleuten gehörig: 2 feste Handkrähne von 10.000 kg, 8 bewegliche Dampfkrahne von 1500—2500 kg und 10 bewegliche Handkrähne von 800 bis 1000 kg Tragfähigkeit sowie 18 kleinere Krähe.

22 Dampfkrahne von 1000—1500 kg Tragfähigkeit stehen auf Pontons und arbeiten je nach Erforderniss im

See- und Flusshafen. Fünf oder sechs Stück der festen Krähne und alle auf den Pontons befindlichen sind öffentliche.

Der Miethpreis für die Krähne von 1000—2000 kg Tragfähigkeit beträgt 24 Mk. pro Tag, Maschinist und Kohlen eingerechnet.

Es gibt keine öffentlichen Schuppen zu Rouen. Die Waaren lagern im Freien. Die Handelskammer beabsichtigt, Schuppen von 12.000 m<sup>2</sup> Fläche zu bauen, die 288.000 Mk. kosten werden. Privatschuppen gibt es am Seehafen einige kleinere auf dem rechten Ufer und einen grösseren auf dem linken Ufer von zusammen 689 m<sup>2</sup> Fläche.

Zur Lagerung zollpflichtiger Waaren besitzt die Stadt Entrepôts auf dem rechten und linken Ufer.

Es gibt zu Rouen zwei Lagerhaus-Gesellschaften.

Die Compagnie des Docks et Entrepôts de Rouen besitzt grosse Anlagen, welche ursprünglich von der Stadt gebaut und später an genannte Gesellschaft abgegeben wurden. Die Hauptgebäude haben mehrere Etagen, hydraulische Aufzüge befinden sich in denselben.

Die andere Gesellschaft ist eine Filiale der Compagnie des Entrepôts et Magasins généraux von Paris.

Beide Anlagen gestatten ein direktes Löschen der Schiffe in die Lagerhäuser.

Auf dem rechten Ufer befinden sich Lagerhäuser für Waaren unter Zollverschluss.

Ein neues Vergrößerungsprojekt der Hafenanlagen, nach welchem die Kais des linken Ufers stromab verlängert werden sollen und welches die Anlage eines Holz- und Petroleumhafens empfiehlt, liegt den betreffenden Behörden zur Begutachtung vor. Die Kosten sind auf 7,360.000 Mk. veranschlagt. Auch ist im Hafen von Quevilly der Bau eines Trockendocks (Kosten 1,520.000 Mk.) und eines Helling (560.000 Mk.) vorgesehen.

5. Handel und Verkehr. Unter den Häfen Frankreichs nimmt Rouen den fünften Rang ein.

Die hauptsächlichsten Ein- und Ausfuhrwaaren sind: Steinkohle, Salz, nördisches Holz, Wein und Apfelsinen, Korn, Mehl, Mais, Hafer, Reis, Petroleum.

Der Seeverkehr des Hafens von Rouen ist stetig im Wachsen begriffen.

Die Totalabgaben, welche ein Dampfer zu entrichten hat, der von einem überseeischen Hafen nach Rouen kommt und nur mit Ballast wieder den Hafen verlässt, betragen bei Zugrundelegung eines Dampfschiffes von 1500 Tonnengehalt pro Tonne zirka 2·86 Mk. und im Ganzen 4287 Mk.

Die Segelschiffe werden von Rouen bis Le Havre geschleppt und umgekehrt. Die Kosten sind:

Beladene Schiffe pro Tonne: Bergfahrt 1·60 Mk.

" " " " Thalfahrt 1·— "

Leere Schiffe pro Tonne: Bergfahrt 0·80 "

" " " " Thalfahrt 1·— "

Nachstehend sind zwei Tabellen gegeben, von welchen die ersteren den Schiffsverkehr im Seehafen, die andere den im Flusshafen zu Rouen für die Jahre 1871, 1874, 1877, 1880 und 1883 zur Darstellung bringt.

## Seehafen.

Jahr	Zahl der angekommenen und abgegangenen, beladenen oder nur mit Ballast fahrenden Schiffe	Tonnengehalt		
		Ballast	Beladen	Zusammen
1871	3946	223.289	503.493	726.782
1874	4356	167.736	504.865	672.601
1877	4273	152.812	686.952	839.764
1880	5189	381.137	1,078.489	1,459.626
1883	4447	344.515	1,108.716	1,453.231

## Flusshafen.

Jahr	Angekommene			Abgegangene		
	Waaren, gelöscht oder umgeladen im Flusshafen		Zusammen	Waaren, gelöscht oder umgeladen im Flusshafen		Zusammen
	von oben herkommende	von unten herkommende		stromabgehende	stromaufgehende	
	T o n n e n					
1871	62.121	42.289	104.410	8.807	123.532	132.339
1874	107.987	34.131	142.118	16.262	105.158	121.420
1877	82.817	69.202	152.019	31.327	83.720	115.047
1880	62.106	50.615	112.721	21.878	65.349	87.227
1883	57.873	41.661	99.534	14.249	99.176	113.425

Jahr	Durchgehende Waaren			Waaren umgeladen im Seehafen		
	stromauf- fahrende	stromab- fahrende	Zu- sammen	um	um	Zu- sammen
				stromauf zu fahren	stromab zu fahren	
T o n n e n						
1871	75.609	26.499	102.108	97.346	53.226	150.572
1874	77.303	47.913	125.216	68.235	98.157	166.392
1877	59.752	38.454	98.196	164.646	126.512	291.158
1880	72.568	27.411	99.979	349.374	141.181	490.555
1883	80.879	21.778	102.658	380.840	126.016	506.856

An Waaren sind mit der West- und mit der Nordbahn im Jahre 1883 876.433 Tonnen ein- und abgegangen.

## D. Der Hafen von Le Havre.

1. Allgemeines. Die Stadt Le Havre mit rund 115.000 Einwohnern liegt an der rechten Seite der Seine-mündung auf einer wenig über Hochwasser liegenden Ebene und dehnt sich bis zu der Hügelkette aus, welche im Norden das Seinethal begrenzt. Le Havre ist für den Handel sehr günstig gelegen und von Paris per Eisenbahn nur 228 km entfernt.

2. Einfahrts- und Wasserstandsverhältnisse. Einfahrtsverhältnisse. Leuchthürme befinden sich auf dem steilen kreidigen Gestade der Nordseite unterhalb Le Havre, sowie auf der Südseite der Seinemündung und ermöglichen eine sichere Einfahrt.

Die grosse Rhode ist nichts als ein Ankerplatz im offenen Meer, auf welcher die Schiffe der Heftigkeit der Wellen und den von Nord-Nordost durch West nach Südwest gehenden Winden ausgesetzt sind. Der Ankergrund ist jedoch sehr gut; er erstreckt sich von Osten nach Westen.



Man ankert in Mitte der grossen Rhede, ungefähr 5 Meilen in west-nordwestlicher Richtung vom Cap de la Hève.

Die kleine Rhede, deren Ankergrund gleichfalls vorzüglich ist, liegt in Mitte zwischen den Bänken, welche sich von Le Havre längs der Küste bis La Hève erstrecken. Die in derselben ankernden Schiffe werden durch die Küste gegen die von Nord-Nordost durch Ost nach Ost-Südost gehenden Winde geschützt. Gegen die anderen Winde liegt die kleine Rhede jedoch ungeschützt. Ferner ist der gute Ankergrund nur von kleiner Ausdehnung und die Tiefe zu gering für die grossen Schiffe.

Steinige Geröllbänke trennen die kleine Rhede von der grossen. Die Bänke haben sich vor der Küste gürtelartig gebildet und sind auf ihren höchsten Stellen durch Bojen gekennzeichnet.

Durch dieselben sind verschiedene Fahrwasser vorhanden. Die südliche Fahrrinne, welche bei Niedrigwasser nicht viel mehr als 2 m Tiefe hat, wird bei Hochwasser von den grossen Dampfschiffen benützt.

Eine nördliche breite Rinne von mindestens 3.5 m Wassertiefe wird von den Schiffen mittleren Tonnagehaltes benützt.

Der Tiefgang der Schiffe, welche in den Hafen von Le Havre einlaufen wollen, ist durch die Tiefe gegeben, welche man bei Hochwasser auf dem ziemlich ebenen Meeresgrund findet, der sich von der Hafenmündung an bis auf etwa 1 Meile Entfernung von derselben erstreckt. Da nun das Meer bei den schwächsten Nippfluthen nicht mehr wie 5.9 m über Null steigt und da dieser ebene Meeresgrund zirka 2 m unter Null der Seekarten liegt, so ist nur eine Tiefe von 7.9 m vorhanden. Schiffe mit mehr als 7 m Tiefgang dürfen deshalb bei schwachen Nippfluthen nicht versuchen in den Hafen einzulaufen. Im Vorhafen und den Zugängen zu den Hafendämmen sind durch Baggerung grössere Tiefen hergestellt.

Die Einfahrt in den Hafen ist durch zwei Feuer gekennzeichnet. Wenn dicker Nebel die Einfahrt in den Hafen erschwert, wird eine Glocke gezogen.

Strömungen. Der Fluthstrom beginnt sich zu La Hève und Trouville ungefähr  $4\frac{1}{2}$  Stunden vor Eintritt des Hochwassers zu Le Havre bemerkbar zu machen. In der kleinen Rhede und in der Hafeneinfahrt geht der Strom nach Süd  $\frac{1}{4}$  Südost; zwischen der Bank von Amfard und dem Vorland des rechten Ufers geht er zuerst für kurze Zeit Südost  $\frac{1}{4}$  Ost, dann beinahe plötzlich nach Ost; zwischen der Bank von Amfard und jener von Ratier geht er gleichfalls nach Osten, und auf der Südseite dieser letzteren Bank parallel der Küste.

Die Geschwindigkeit des Fluthstromes wächst plötzlich an und erhält sich während kurzer Zeit auf seinem Maximum.

Ein Theil des Fluthwassers dringt in die eingedämmte Seine ein, während das übrigbleibende eine Bewegung von Norden nach Nordost annimmt, indem es die Seinemündung durchkreuzt.

Beim Beginn der Fluth wirft sich der Fluthstrom senkrecht gegen die Hafendämme des Vorhafens von Le Havre und bleibt in dieser Richtung bis sich die Seine-

mündung angefüllt hat. In diesem Augenblick tritt in dem nördlichen Theil der Bai ein Gegenstrom, genannt „Verhale“ auf. Dieser Strom beginnt sich 40 Minuten vor Eintritt des Hochwassers fühlbar zu machen und dauert bis 2 Stunden nach Hochwasser. Die Maximalgeschwindigkeit des Stromes beträgt bei mittlerer Fluth 1.3 m. Beim Eintritt in den Vorhafen von Le Havre sind nun die Schiffe der Wirkung des Verhale ausgesetzt, welcher sie zwingt, den Hafen von Südwest anzufahren.

Bei grossen Fluthen wagen es die meisten Schiffe nicht zur Zeit der grössten Fluthstromgeschwindigkeit in den Hafen einzulaufen, da sie fürchten, gegen den nördlichen Hafendamm geworfen zu werden.

Der Ebbestrom macht sich zu La Hève 2 Stunden 35 Min., in der kleinen Rhede 2 Stunden 5 Min., in der Hafeneinfahrt 1 Stunde 45 Min. und zu Hoc 1 Stunde 40 Min. nach Eintritt des Hochwassers bemerkbar. Die Ebbeströmung tritt langsam auf und ihre Geschwindigkeit wächst nach und nach ohne die Stärke des Fluthstromes zu erreichen.

Ebbe und Fluth. Die Hafenzeit von Le Havre ist 9 Uhr 15 Min.

In Folgendem sind die hauptsächlichsten Wasserstandsverhältnisse, bezogen auf Null der Seekarten der Seinemündung = 4.294 m über den mittleren Meeresspiegel zu Marseille angegeben:

Niedrigwasser	{	Aequinoctial-Springfluth . . .	0.30 m
		gewöhnliche Springfluth . . .	0.65 m
		„ Nippfluth . . .	2.65 m
Mittlerer Meeresspiegel . . .			4.50 m
Hochwasser	{	gewöhnliche Nippfluth . . .	6.15 m
		„ Springfluth . . .	7.85 m
		Aequinoctial-Springfluth . . .	8.15 m

Fig. 1, Taf. XXVI zeigt Fluthkurven für Springfluth, beziehungsweise Nippfluth zu Le Havre.

Die Kurven sind nicht ganz symmetrisch, der aufsteigende Arm ist kürzer als der absteigende und zwar ist dieser Unterschied umso grösser, je stärker die Fluth ist.

Die vollständige Entwicklung der Fluth dauert im Mittel 12 Stunden 36 Min. bei Nippfluth und 12 Stunden 20 Min. bei Springfluth. Das Meer steigt während 5 Stunden 33 Min., bzw. 4 Stunden 31 Min., während die Dauer des Fallens 7 Stunden 3 Min., bzw. 7 Stunden 49 Min. beträgt.

Der höchste Wasserstand zu Le Havre dauert im Mittel nur 11 Minuten; lässt man jedoch einen Niveauunterschied von 3 cm zu, so erreicht die Dauer eine Stunde. Diese Eigenthümlichkeit der Fluthkurve ist sehr vorthellhaft für die Schifffahrt, sie gestattet die Fluthbassins gegen 3 Stunden offen zu lassen. Man schliesst dann die Schleusenthore nicht früher, als bis der Wasserspiegel um 0.03 m gefallen ist.

Winde. Westliche Winde sind die im Kanal La Manche vorherrschenden und verursachen am meisten Bewegung in den Rheden. Die Südwestwinde sind oft sehr gefährlich, da sie von Regenböen begleitet sind und plötzlich umspringen, ohne ihre Kraft zu verlieren. Letztere Winde erzeugen die grössten Wellen in der Fahrrinne des Vorhafens. Fig. 7, Taf. XXVI zeigt die Häufigkeit der verschiedenen Winde vertheilt auf die vier Jahreszeiten.

### 3. Die jetzigen Hafenanlagen. (Fig. 6, Taf. XXVI.)

Der Hafen besteht aus einer Einfahrtsrinne, welche an beiden Seiten durch zwei Hafendämme begrenzt ist, einem Vorhafen mit dazugehörendem kleineren Seitenhafen, 9 Dockhäfen und einem Flusshafen für den Verkehr durch den Kanal von Tancarville, sowie aus einer beträchtlichen Anzahl Schleusen.

Von diesen Schleusen sind nur die vom Vorhafen in das Bassin de l'Eure führende, sowie die vom Bassin de l'Eure in das Bassin Bellot führende Schleuse von solchen Grössenverhältnissen, dass sie ein Eintreten der transatlantischen Dampfer ermöglichen.

Die jetzigen Hafenanlagen genügen nicht mehr den Bedürfnissen der Schifffahrt, auch ist die Lage der Dockhäfen, wenigstens die des wichtigsten, des Bassin de l'Eure, eine so schlecht gewählt, dass die transatlantischen Dampfer mit den grössten Schwierigkeiten beim Ein- und Auslaufen zu kämpfen haben. Um in das Bassin de l'Eure gelangen zu können, müssen die Schiffe im Vorhafen in einer Kurve, deren Halbmesser nur 650 m beträgt, fast einen rechten Winkel beschreiben. Hierauf folgt eine Reihe schwieriger Manöver, welche 30 bis 40 Minuten in Anspruch nehmen und während dieser Zeit den anderen Schiffsverkehr hemmen.

Da die Ablagerungen der Seine das südliche Fahrwasser verschlicken — auf der Rhede von Le Havre sind allein mehr als 51,000.000 m<sup>3</sup> in den Jahren 1875 bis 1883 zur Ablagerung gekommen — und da die von der Strömung und den Fluthen losgespülten Felstrümmer überdies die Nordseite bedrohen, so muss die Einfahrt des Hafens von Le Havre gegen diese Anschwemmungen geschützt werden.

Die Gefahren, welche durch diese Aufhöhung des submarinen Terrains entstehen, sind umso bedeutungsvoller, weil die Dimensionen der Schiffe sich von Jahr zu Jahr vergrössern.

Schon seit Jahren ging man deshalb mit dem Plane um, die Hafenanlagen zu vergrössern und eine neue Einfahrt von Nordwesten her anzulegen. Vielerlei Projecte sind aufgestellt worden. Zur Zeit ist die Sache soweit gediehen, dass man ein, von einer grossen sachverständigen Kommission aufgesetztes Gesamtprogramm von Seiten der Ingenieure, Kaufmannschaft und Seeleute angenommen hat, so dass es nur noch der Prüfung der Handelskammer unterliegt.

Die Grundzüge dieses Projectes sind folgende:

Um die Hafeneinfahrt gegen die Ablagerungen von Norden her zu schützen, wird vor St. Adresse, Fig. 1, Taf. XXV, in senkrechter Richtung zum Strande ein hoher Damm aufgeführt werden, der sich rechtwinklig von Norden nach Süden hin verlängert, parallel mit dem Strande bis zum Ufer der Seine eine Länge von 4380 m erhält und einen grossen Vorhafen bildet. Auf der Nordseite werden die Steinablagerungen durch diesen Damm abgehalten; auf der anderen Seite werden die Ablagerungen der Seine von der Strömung fortgeführt. Drei Oeffnungen werden in diesen Deich angebracht, eine im Norden von 275 m Breite, eine westliche von 100 m Breite und eine dritte von 275 m Breite im Süden. Der innere Theil der so erzeugten Rhede bildet ein Fluthbecken, welches mit den neuen Dockhäfen und Trockendocks in direkter Verbindung steht.

Schiffe von grossem Tonnengehalt werden je nach Witterungs- und Fluthverhältnissen die nordwestliche oder südliche Einfahrt benützen.

Die Gesamtkosten der Hafearbeiten sind auf 91,200.000 Mk. veranschlagt, doch ist man schon mit 50,400.000 Mk. im Stande den Vorhafen und die wichtigsten Arbeiten in Angriff zu nehmen.

Gehen wir nun zur eingehenden Beschreibung der jetzigen Hafenanlagen über, so umfassen die seit 1855 ausgeführten Arbeiten das Bassin de l'Eure, Bassin de la Citadelle, Bassin Dock und vier Trockendocks, sowie die Verbreiterung des Vorhafens und kosten 28,000.000 Mk., für Umbauten und Neubauten sind überdies 2,000.000 Mk. verausgabt worden.

Das demnächst vollendete neunte Bassin, Bellot, wird 18,400.000 Mk. kosten.

Die laufenden Ausgaben für Unterhaltung und Hafenaufsicht betrugen im Jahre 1882 689.264 Mk.

Die Dimensionen der Bassins und Kais sind aus nebenstehender Tabelle zu ersehen.

Schienenstränge laufen längs den Kais und Schuppen und stehen mit dem Westbahnhof (Hävre-Paris) und dem dazugehörenden Rangirbahnhof in Verbindung.

Ein Seebahnhof wird im Norden des Kanals von Tancarville gebaut und auf dem Süddeich hat man Platz für einen zweiten Seebahnhof reservirt.

Krä h n e. Drei Mastenkräne befinden sich in den Bassins du Commerce, Vauban und de l'Eure, und zwar von 50.000 bzw. 30.000 und 100.000 kg Tragfähigkeit.

Die Tarife derselben für Metallwaaren und ähnliche Gegenstände sind folgende:

				Bassin du Commerce	Bassin Vauban	Bassin de l'Eure
				Mk.	Mk.	Mk.
	bis	5000 kg	pro 1000 kg	4.—	4.—	2.80
von	5001	"	8000 " " "	5.—	5.—	5.—
"	8001	"	12000 " " "	6.40	6.40	6.40
"	12001	"	15000 " " "	9.60	9.60	9.60
"	15001	"	20000 " " "	14.—	14.—	14.—
"	20001	"	30000 " " "	16.—	16.—	16.—
"	30001	"	100000 " " "	16.—	—	16.—
				bis zu 50.000 kg		

Bei Benützung des Mastenkranes im Bassin de l'Eure zahlt man für Gegenstände von weniger als 5000 kg Gewicht überdies eine feste Abgabe von 4.80 Mk. für Anheizen der Kessel und 7.20 Mk. pro Stunde für die Heizung selbst.

Für Abwiegen der Gegenstände werden beim Löschen oder Laden die eben mitgetheilten Preise vermehrt: pro 1000 kg um 1.60 Mk. für 1000—16.000 kg, um 1.20 Mk. über 16.000 kg.

Ausserdem sind sieben feste Krä h n e zur öffentlichen Benützung, nämlich

1	Krahn von 14.000 kg	Tragfähigkeit am Quai Lamandé,
1	" " 6.000 "	" " "
1	" " 20.000 "	" " Colbert,
1	" " 8.000 "	" " "
1	" " 6.000 "	" " "
1	" " 6.000 "	" Ostquai des Bassin Vauban,
1	" " 12.000 "	" " " de la Citadelle.

	Bassins				Kais		
	Länge	Breite	Fläche	Tiefe unter der Schleusenschwelle bei gewöhnlicher Nippfluth (6.15 m)	Nutzbare Länge	Breite	
Vorhafen . . . . .	m 700	m 186—290	ha 21.34	m 7.50 (Sohle)	m 1790	m 20—30	
Bassin du Roi . . . . .	160	35—110	1.20	5.00	323	13—15	Der Kai zwischen den beiden Bassins hat 68 m Breite.
„ de la Barre . . . . .	450	84	5.10	5.00	1030	23—31	
„ Vauban . . . . .	817	100	7.50	4.55	1730	33	
„ du Commerce . . . . .	562	96	5.40	4.80	978	25.5	
„ de la Floride . . . . .	145	140	1.80	6.00	190	32—38	
„ du Dock . . . . .	555	80	4.40	6.40	1244	20	
„ de la Citadelle . . . . .	Nord- } 340 Dock } Süd- } 210 Dock }	110 80	6.00	Oberh. d. } 5.50 Kammern } Unterh. d. } 7.80 Kammern }	1085	35—60	
„ de l'Eure . . . . .	940	200—362	21.30	9.00	1690	30—56	
„ Bellot . . . . .	1075	200	21.00	8.85	2840	{ Nord 90 Süd 115	
Gesamtwert der jetzigen Bassins	—	—	73.70	—	11.110	—	
Flussbassin des Kanals von Tancarville	530	60	3.2	Wassertiefe des Bassins. In der Mitte 6 m. Am Süd-Kai 4.5 m. Am Nord-Kai 3.5 m.	1060	22—50	

Die Tarife wechseln je nach der Grösse der Krähne, z. B. für Krähne von 14.000 kg und 12.000 kg Tragfähigkeit, wie folgt:

	Krahn von 14.000 kg (pro 1000 kg)	Krahn von 12.000 kg (pro 1000 kg) bis 5000 kg	Krahn von 12.000 kg (pro 1000 kg) bis 8000 kg	Krahn von 12.000 kg (pro 1000 kg) bis 12.000 kg
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
Laden oder Löschen von Maschinen oder Metallwaaren in oder aus einem Schiffe . . .	2.40	2.—	2.40	4.—
Laden oder Löschen von Maschinen oder Metallwaaren in oder aus dem Waggon bzw. Fuhrwerk . . . . .	2.40	1.20	1.60	2.40
Laden oder Löschen von Granit oder anderen Bausteinen in oder aus einem Schiffe . . .	2.40	1.20	1.60	2.40
Laden oder Löschen von Granit oder anderen Bausteinen in oder aus dem Waggon bzw. Fuhrwerk . . . . .	2.40	0.80	1.20	2.—
	pro m <sup>3</sup>			

Einige Privatgesellschaften besitzen gleichfalls feste Krähne und Krähne auf Pontons, um das Löschen und Laden in ihre Schiffe zu besorgen.

Die Handelskammer beabsichtigt demnächst auf den Kais des Bassin Bellot aufzustellen:

20 bewegliche hydraulische Krähne von	1250 kg	Tragfähigkeit
4 „ „ „ „	1500—3000 kg	„
4 „ „ „ „	3000—5000 kg	„
12 „ „ „ „	750 kg	„
4 „ „ „ „	1000 kg	„

Uebersieht ist die Handelskammer ermächtigt, einen schwimmenden Krahn von 5000 bis 10.000 kg Tragfähigkeit und einen schwimmenden Mastenkrahn von 20.000 bis 50.000 kg Tragfähigkeit aufzustellen.

Der hydraulische Betrieb der Hafeneinrichtungen ist neu eingerichtet und sind die bezüglichlichen Anlagen noch nicht ganz vollendet; er umfasst zur Zeit:

Zwei Ebbethore der transatlantischen Schleuse und die Drehbrücke über dieselben; die Thore zweier Kammer-schleusen, die in das Bassin de la Citadelle führen und die Schützen dieser Schleuse, sowie eine über die Schleuse führende Drehbrücke; die Thore der Schleuse de la Barre und die Drehbrücke über diese Schleuse, sowie zwei Schützen; die Thore der Schleuse Notre-Dame, sowie die Drehbrücke daselbst. Ferner sind hydraulisch betrieben die Spills der transatlantischen Schleuse, der Schleusen du Sas, Barre und Notre-Dame, im Ganzen zwölf an der Zahl.

Zwei Compoundmaschinen von 125 Pf. K., jede mit zwei Pumpen versehen, füllen zwei Accumulatoren und liefern so das zum Betriebe der eben angeführten Einrichtungen nöthige Druckwasser.

Schuppen. Die öffentlichen Schuppen der Handelskammer bedecken 23.768 m<sup>2</sup>, die Schuppen der transatlantischen Gesellschaft 4170 m<sup>2</sup>, die Schuppen der Gesellschaft der Docks-Entrepôts 30.105 m<sup>2</sup>.

Die Docks-Entrepôts enthalten 234.000 m<sup>2</sup> Fläche, hievon entfallen 25.000 m<sup>2</sup> auf bedeckte Höfe, 60.000 m<sup>2</sup> auf mit Bohlen belegte Erdgeschosse und 78.000 m<sup>2</sup> auf Stockwerke.

Die Anlage der öffentlichen Lagerhäuser umfasst eine Fläche von 144.800 m<sup>2</sup>, von denen 64.000 m<sup>2</sup> bedeckt sind.



Bei Niedrigwasser-Springfluth laufen die Trockendocks durch die Wasserleitungen, welche in den Vorhafen einmünden, vollständig trocken; bei Niedrigwasser-Nippfluth muss ein Theil des Wassers durch Pumpen gehoben werden.

Die beiden Einlaufschleusen liegen nebeneinander zwischen der Kammerschleuse und dem Trockendock Nr. 3. Jede dieser Schleusen hat 6.2 m Breite und 7 m Höhe, und ist durch ein Drehthor und ein Paar Hubschützen geschlossen. Die Thore öffnen und schliessen sich durch die Wirkung des Stromes. Der Unterschied zwischen der oberen und unteren Höhe der Bettung der Einlaufschleusen beträgt 3.8 m.

Die Thore der Kammerschleuse sind aus Holz und haben doppelte Thorflügel. Die oberen Thore haben 7.4 m Höhe; die unteren Thore, welche 0.5 m unter den oberen liegen, haben 9.25 m Totalhöhe. Um sie gegen Angriffe des Bohrwurmes zu schützen, haben sie eine dreifache Schicht Metallfarbe bekommen und sind mit Nägeln bis zum Nippfluth-Hochwasserspiegel beschlagen.

Drehthore und Schützen der Einlaufschleusen sind gleichfalls aus Holz.

Die Schwimmpontons der drei Trockendocks sind aus Eisenblech und Winkeleisen konstruirt. Das aus Winkeleisen gebildete Gerippe ruht auf einem Schiffskiel und besteht aus starken Bauchstücken, einer wasserdicht abschliessenden Brücke, einem oberen Fussweg und Andreas-kreuzen. Der ganze Schiffskörper ist wasserdicht genietet.

Die wasserdicht angebrachte Brücke theilt jedes Schiff in zwei Theile. Der untere Theil bildet den Schwimmer, enthält den Ballast und ist leer zu halten. Bei Wegnahme des Ballastes schwimmt das Schiff im Niveau der wasserdichten Brücke. Der zweite Theil des Schiffes kann leer gehalten oder mit dem Wasser des Dockhafens in Verbindung gebracht werden. Zu letzterem Zweck werden zwei oder drei Schützen auf jeder Seite des Schiffskörpers im Niveau der wasserdichten Brücke geöffnet. In dem oberen Raum unter dem Fussweg befindet sich ein Kasten, dessen Boden über den höchsten Fluthen gelegen ist und welcher das Wasser in sich aufnimmt, welches zum Senken des Schiffes bestimmt ist. Will man nun das Schwimmponton senken, so werden die Schützen geöffnet und genügt es, das Wasser in den oberen Kasten zu leiten. Hiedurch ist das Gleichgewicht gestört, das Wasser des Bassins dringt durch die Schützen in die obere Abtheilung des Schwimmpontons und der Ponton sinkt hinunter.

Die Ausgaben dieser in den Jahren 1865/71 gebauten Anlagen, eingerechnet die Mauer vom Ostkai des Vorhafens, sowie die Vorarbeiten betrugen rund 8,100.000 Mk.

#### b) Vergrösserung des Vorhafens.

Bis zum Jahre 1876 repräsentirte der Vorhafen eine Fläche von 11.21 ha und 1664 m Kailänge. Um das Einfahren der grossen Schiffe in die Dockhäfen zu erleichtern, wurde der Vorhafen erweitert. Ausserdem sollte er Platz haben, um Schleppern zum Aufenthalt zu dienen. Die Arbeiten wurden 1876 begonnen und 1881 vollendet. Die Oberfläche des Vorhafens beträgt jetzt 21.34 ha bei 1790 laufende Meter Kailänge (s. Fig. 6, Taf. XXVI).

Der alte Kai „Courbe“ wurde niedergerissen und zurückverlegt, das Bassin de la Floride wurde in zwei Theile zerlegt und der grössere westliche Theil desselben mit dem Vorhafen vereinigt. Eine Einfahrt von 80 m Breite führt in diesen neuen Vorhafen, der von dem alten durch einen Hafendamm getrennt ist.

Ein grosser Wellenbrecher ist dem Nordhafendamm gegenüber gebaut worden.

Die Mauern des Hafendamms (Fig. 2, Taf. XXVI) und die Ostmauer des Annexes zum Vorhafen sind auf Pfahlwerk fundirt. Die Pfähle sind 4—9 m lang und haben einen mittleren Durchmesser von 0.3 m. Die Höhe der Mauer ist 10.5 m, nicht eingerechnet eine Bétonschiicht von 1.5 m Stärke. Die Südmauer des Annexes ist auf Brunnen gegründet (Fig. 3, Taf. XXVI). Diese Brunnen sind bis zum natürlichen festen Boden, mindestens bis — 2.85 m gesenkt worden. Auf + 0.65 m bis + 0.15 m sind sie abgeglichen und hierauf ist der obere Theil der Mauer nach dem Normalprofil aufgemauert worden.

Die Kaimauerkrone liegt im Allgemeinen auf + 9.15 m.

Die Schwelle des Wellenbrechers liegt auf + 2.15 m. Der Boden derselben hat eine Neigung von 0.08 m bis 0.27 m auf d. Meter (Fig. 4, Taf. XXVI.) Die Kammer des Wellenbrechers hat eine mittlere Breite von 51 m.

Eine Zufahrtsrampe zu einem Wendeplatz für das Einholen der Schiffe ist längs dem Graben der Befestigungen gebaut worden. Ein gepflasterter Weg umgibt den Wellenbrecher und gestattet Fuhrwerken bis zum Hafendamm zu fahren. Beide Strassen ruhen, um Senkungen zu vermeiden, auf Gewölben.

Die Mauern der Kais haben eine Neigung von 1:7. Sie sind mit Ziegelsteinen verkleidet, das übrige Mauerwerk besteht aus Bruchsteinen. Kaimauern und Hafendämme sind oben mit 0.35 m starken Granitplatten abgedeckt. Der Boden des Wellenbrechers besteht aus grob behauenen Werksteinen von 0.5 m mittlerer Dicke, welche auf eine 0.3 m starke Bétonschiicht gesetzt sind.

Die neu gewonnene Fläche des Vorhafens ist auf — 2.35 m ausgetieft worden, der Annex nur auf + 0.15 m.

Die zu fördernden Abtragsmassen betrugen 975.000 m<sup>3</sup>, wovon 294.000 m<sup>3</sup> gebaggert wurden. 85.950 m<sup>3</sup> sind niedergerissen worden. Die Zahl der zur Verwendung gekommenen Pfähle betrug 3975. Für provisorisches Pfahlwerk als Stützen, Riegel etc. sind 3355 m<sup>3</sup> Holz gebraucht worden. An Mauerwerk wurden 84.900 m<sup>3</sup> verbaut. Die Gesamtkosten der Anlage beliefen sich auf rd. 6,000.000 Mk.

#### c) Der Hafendamm von Saint-Jean.

Das Bassin de l'Eure war früher gegen Süden hin nur durch eine Pfahlwand geschützt, welche wegen ihres schlechten Zustandes beseitigt und durch eine neue zweckentsprechende Konstruktion ersetzt werden musste.

Der neue Hafendamm Saint-Jean wurde in Mauerwerk gebaut. (Fig. 5, Taf. XXVI)

Er beginnt bei der letzten Bastion de la Floride und läuft nach dem Fort des Naiges zu in einer geraden Flucht.

Das Mauerwerk des Damms geht bis auf + 2.15 m hinab und ruht dort auf einer 1—2 m dicken Bétonschiichte.

Der Damm ist auf der Wasserseite nach einem Kreisbogen von 10·875 m Radius konkav gekrümmt. Die hintere Seitenfläche der Mauer ist vertikal. Die Dammkrone liegt auf + 10·15 m, ist mit einer Granitplatte von 0·5 m Dicke und 1·2 m Breite abgedeckt und nach der Landseite zu auf 1·9 m Breite durch in Mörtel eingelassenes Pflaster gesichert. Eine massive Brüstung von 0·7 m Höhe und 0·8 m Breite befindet sich auf der Dammkrone an der Aussenkante derselben. Die Aussenwand des Dammes ist mit Ziegelsteinen verblendet. Der Zwischenraum zwischen der alten Pfahlwand und der neuen Mauer ist mit Erde ausgefüllt worden, welche der Vergrößerung des Vorhafens entstammt.

#### d) Das Bassin Bellot.

Für den Bau des neunten Hafenbassins, des Bassin Bellot, sind 18,400.000 Mk. ausgeworfen worden. Das Bassin zerfällt in zwei Theile, das Westdock und das Ostdock, welche unter sich durch eine rd. 30 m breite Durchfahrt verbunden sind. Eine Drehbrücke verbindet die beiden Ufer dieser Durchfahrt. Mit dem Bassin de l'Eure ist es mittelst einer einfachen Schleuse in Verbindung gebracht.

dem Senken bis zur vorgeschriebenen Tiefe, worauf der innere Hohlraum mit Béton ausgefüllt würde.

#### 4. Handel und Verkehr.

Le Havre nimmt den zweiten Rang unter den französischen Hafenplätzen ein. Seine Hauptbeziehungen hat Le Havre mit England, Schweden, Norwegen, Deutschland, den nordamerikanischen Vereinigten Staaten, La Plata und Brasilien. Die Haupt-Ausfuhrartikel bestehen in: Geweben, Posamentierarbeiten, Bänder von Seide, Wolle und Baumwolle, Kleider, raffinirtem Zucker, Wein, Kaffee und Früchten und verschiedenen anderen Gegenständen.

Haupt-Einfuhrartikel sind: Baumaterialien, Holz, Butter, Eier, Früchte, Wein, Apfelwein, Maschinen, Erdharz, Oelsamen, Talg, Getreidesaat, Häute, Salpeter, Baumwolle, Eisen, Stahl, Kupfer, Reis, Kaffee, Tabak, Seife etc.

Die Gesamtabgaben, welche ein Dampfer zu bezahlen hat, der von einem aussereuropäischen Hafen Le Havre anläuft und mit Ballast wiederum den Hafen verlässt, betragen bei zu Grundelegung eines Dampfschiffes von 1500 Tonnengehalt pro Tonne rund 2·14 Mk. und im Ganzen 3217·86 Mk.

#### Schiffsverkehr im Hafen zu Le Havre.

Jahre	Zahl der Schiffe			Tonnengehalt der Schiffe			Gewicht der Waaren in Tonnen		
	An- gekommene	Ab- gegangene	Zusammen	An- gekommene	Ab- gegangene	Zusammen	An- gekommene Waaren	Ab- gegangene Waaren	Zusammen
1875	5.935	5.859	11.794	1,670.166	1,615.074	3,285.240	1,182.001	631.409	1,813.410
1876	5.979	6.183	12.162	1,848.588	1,820.635	3,669.223	1,447.676	634.218	2,081.894
1877	5.801	5.698	11.499	1,830.345	1,796.751	3,627.096	1,378.025	611.322	1,989.347
1878	6.491	6.458	12.949	2,192.778	2,148.517	4,341.295	1,703.641	681.477	2,385.118
1879	6.215	6.169	12.384	2,193.897	2,158.966	4,352.863	1,830.384	683.750	2,514.134
1880	6.423	6.394	12.817	2,267.483	2,250.719	4,518.202	1,941.281	702.753	2,644.034
1881	6.286	6.085	12.371	2,269.947	2,266.133	4,536.080	1,757.751	766.812	2,524.563
1882	6.064	6.075	12.139	2,266.927	2,281.078	4,548.005	1,869.864	756.317	2,626.181
1883	5.949	5.921	11.870	2,348.764	2,321.100	4,669.864	1,797.690	806.295	2,603.985
1884	5.816	5.594	11.440	2,341.175	2,301.103	4,642.278	1,713.604	786.928	2,500.532
1885	5.663	5.675	11.338	2,330.648	2,322.804	4,653.452	1,480.100†)	600.000†)	2,080.000†)

†) Die drei mit dem Kreuz versehenen Zahlenwerthe des Jahres 1885 sind annähernde, weil die Statistik noch nicht definitiv abgeschlossen ist.

Massive Kaimauern umgeben die beiden Bassins, deren Hinterflächen mit Schuppen bebaut und mit Geleisanlagen und Kränen versehen werden. Die Mauern des Westdocks sind fertiggestellt, das Ostdock ist im Bau begriffen und soll Ende 1886 vollendet sein. Ein Theil des Westdocks ist seit Dezember 1885 der Schifffahrt übergeben.

Die Kaimauern des Westdocks, siehe Fig. 5—7, Taf. XXV, sind 1 m tiefer als die Sohle des Bassins auf — 3·85 m auf Brunnen gegründet. Diese Brunnen bilden Mauerblöcke von 10 m Länge, 6·7 m Breite und 8 m Höhe. Die Mitte der Brunnen bildet ein Hohlraum von 5·6 m auf 2·3 m. Der Zwischenraum zwischen zwei aneinandergrenzenden Blöcken beträgt 1 m. Das Brunnenmauerwerk besteht aus Bruchsteinen mit Hausteinverblendung. Man führte die Brunnen sofort auf 4·5 m Höhe auf und schaffte 30 Tage nach der Vollendung den Boden im Inneren heraus, um den Block in das Erdreich einsinken zu lassen. Darauf liess man das Mauerwerk während 20 Tage erhärten und begann dann wieder mit

Zum Schlusse sei es dem Verfasser gestattet, den betreffenden Herren Fachgenossen in St. Nazaire, Rouen, Le Havre und Nantes, nämlich den Herren: Ingenieurs en chef des P. et Ch. Kerviler, Mengin, Quinette de Rochemont und dem Herrn Ingenieur de P. et Ch. A. Charron für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen seinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Insbesondere aber dankt der Verfasser den Herren: Ch. Ritter, Ingenieur en chef de P. et Ch., und F. Laroche, Ingenieur en chef de P. et Ch., Professor an der École de Ponts et Chaussées, Beide zu Paris, für Ueberlassung der nöthigen Literatur und für die Empfehlungen an ihre Herren Collegen, ohne welche dem Verfasser eine so eingehende Besichtigung der Bauten und Anlagen nie ermöglicht gewesen wäre.

Anmerkung. Sämmtliche in vorstehender Arbeit enthaltenen Preise sind zum Kurse 1 Franc = 0·80 Mk. umgerechnet worden. 1 Tonne = 1000 kg.



## Die Höhenlage bei den Eisenbahnen.

Von Alfred Lorenz, Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

Ueber den Begriff der Höhenlage eines Objectes besteht bereits bei sehr vielen bautechnischen Anlagen eine allgemeine Uebereinstimmung; z. B. unter der Höhenlage einer Strasse, eines Weges wird immer nur die Oberfläche, auf welcher unmittelbar gefahren oder gegangen wird, verstanden, bei Gebäuden ist allgemein die Strassenhöhe, beziehungsweise die Hauptthorschwelle als Höhenlage und als jener Punkt anerkannt, von welchen nach auf- und abwärts die Höhe und Tiefe des Gebäudes angegeben wird; die Tiefe eines Brunnens oder Schachtes wird überall von der Oberfläche des Terrains, bezüglich von der Oberfläche des obersten Brunnen- oder Schachtkranzes gerechnet u. A. m.

Eine Ausnahme hinsichtlich dieser Uebereinstimmung über den Begriff der Höhenlage findet man bei den Eisenbahnen, indem daselbst in den verschiedenen Ländern, ja sogar in einem und demselben Lande die einzelnen Bahnverwaltungen die Höhenlage einer Eisenbahn auf verschiedene Theile des Bahnkörpers beziehen. Es ist dies umso auffallender, als bei den Eisenbahnen in Bezug vieler Form- und Anlagetheile eine vollkommene Einigkeit herrscht, wie selten bei einem Bauwerk, das aus so vielerlei Einrichtungen und Gestaltungen besteht.

Nach den zu Gebote stehenden, theils amtlichen, theils privaten Mittheilungen von vielen Bahnverwaltungen und einzelnen Ingenieuren des In- und Auslandes wird als maassgebende Höhenlage der Eisenbahnen theils der Schienenkopf, theils der Schienenfuss — Schwellenhöhe — theils die Unterbau-Ebene angenommen.

In England, Frankreich, Italien, Russland und der italienischen Schweiz, ist für die Höhenlage der Schienenkopf maassgebend, doch wird für den Bau in den Profilen ausser dieser Höhe auch noch die Höhe des Unterbauplanums angegeben. — In Belgien werden grösstentheils die Profile für den Bau auf das Unterbauplanum bezogen; für den Betrieb jedoch werden diese auf den Schienenkopf (als Niveau der Bahn) umgerechnet und als maassgebend angenommen. — Bei den königlich preussischen, sächsischen und württembergischen Bahnen ist die Schienenoberkante als Höhenlage (Niveauhöhe) angenommen und in den Profilen angegeben; bei den sächsischen Bahnen wird für den Bau ausserdem der Schienenfuss als Bahnplanum ersichtlich gemacht. Bei den königlich bayerischen Staatsbahnen und den schweizerischen Bahnen wird die Höhenlage der Bahn auf die Schwellenoberkante bezogen und in den Profilen bloss diese Kote zum Ausdruck gebracht.

In Oesterreich-Ungarn war vom Anfang der Einführung der Eisenbahnen bei allen Bahnen als Höhenlage (Niveau- oder Nivellettenhöhe) der Schienenkopf angenommen und wurden alle Maasse in den Längen- und Querprofilen, sowohl für den Bau, als auch für den Betrieb, auf den Schienenkopf bezogen. Erst im Jahre 1857 wurde von dieser allgemeinen Annahme abgegangen, indem Baudirector Etzelt die Schwellenhöhe als Höhenlage

(Niveauhöhe), sowohl für die bereits in Betrieb stehenden, von der Südbahngesellschaft übernommenen Linien, als auch für die Neubauten, einführte, so dass gegenwärtig ein grosser Theil der Eisenbahnen in Oesterreich-Ungarn, besonders jene, deren oberste Ingenieure aus der Schule der Südbahn-Gesellschaft stammen, die Schwellenhöhe als Höhenlage annehmen und in den Profilen zum Ausdruck bringen, während jene älteren Bahnen, deren oberste Ingenieure aus der alten Schule Francesconi-Ghega hervorgegangen sind, an dem Schienenkopf als Höhenlage festhalten.

Zu den Bahnen, welche als Höhenlage die Schwellenhöhe annehmen, gehören: sämtliche ungarische Bahnen, die Nordwestbahn, die Mährisch-schlesische Centralbahn, die böhmischen Kommerzialbahnen die Meran-Bozner Bahn u. a. m. Die Südbahn, welche, wie früher erwähnt, auf ihren sämtlichen Linien gleichfalls die Schwellenhöhe einführte, hat in den letzten Jahren in Folge der im Laufe der Zeit in Verwendung gekommenen verschiedenen Schienenprofile den Schienenkopf als Höhenlage anerkannt und sind gegenwärtig alle Profile auf diesen Grundsatz basirt, wobei in den Profilen für die Projekte und den Bau ausserdem die Schwellenhöhe ersichtlich gemacht wird.

Zu den Bahnen in Oesterreich-Ungarn, welche als Höhenlage den Schienenkopf von Anfang an angenommen haben und gegenwärtig noch als maassgebend beibehielten, gehören: die Nordbahn, die Staatseisenbahngesellschaft, die Karl Ludwig-Bahn, die Aussig-Teplitzer Bahn u. a. m. Bei der Wien-Aspangbahn erscheint in den dienstlichen Längenprofilen als Höhenlage das Unterbauplanum durchgeführt und wird zur Bestimmung der Schienenkopfhöhe die Oberbauhöhe von 0.475 m zugeschlagen.

Bei der k. k. General-Inspektion der Eisenbahnen wird bei Verfassung von Projekten in folgender Art vorgegangen: Bei Vorprojekten wird die Höhe des Unterbauplanums, bei Detailprojekten die Höhe der Schwellenoberfläche in die Längenprofile eingetragen; nach Fertigstellung einer Bahn tritt sodann als maassgebende Linie des Längenprofils die Schienenkopfhöhe auf, nachdem sich die Kotirung des neuen Profils auf diese bezieht.

Bei der k. k. General-Direktion der Staatseisenbahnen werden die Profile für den Bau auf Schwellenoberkante bezogen; nach Fertigstellung der Bahn werden für die Bahnerhaltung in Uebereinstimmung mit den älteren Linien, Elisabeth-Bahn u. a., welche vom Anfang schon den Schienenkopf als Höhenlage angenommen hatten, die Profile auf Schienenkopf bezogen und umgerechnet, so dass der Schienenkopf als stabile bleibende Höhenlage gilt.

Jede Eisenbahn, sowie jedes Verkehrsmittel besteht aus zwei getrennten Bestandtheilen, aus der festen Unterlage „der Bahn“ und aus den rollenden Theilen „den Wagen, Locomotiven“, welche zusammen genommen ein voneinander untrennbares Ganzes bilden und nur in der Art das Verkehrsmittel darstellen.

Zur Angabe der Grössen-, bzw. Höhenverhältnisse der beiden Theile und der einzelnen Bestandtheile, müssen diese eine gemeinschaftliche Basis haben und diese kann nur jene Ebene sein, welche beiden Theilen gemeinschaftlich ist, in Folge dessen kann daher als die natürlichste und allgemein verständlichste Ebene, von welcher bei einer Eisenbahn alle Bestandtheile nach auf- und abwärts gerechnet werden und welche gleichzeitig die Höhenlage (Niveau- oder Nivellettenhöhe) der Eisenbahnen darstellt, nur allein jene angesehen werden, auf welcher das Rollmaterial läuft, d. i. die Schienenkopfhöhe.

Dass sich dieser Anschauung der grösste Theil der Eisenbahntechniker anschliesst, beweisen nicht nur die zu Gebote stehenden Mittheilungen hervorragender Ingenieure, sondern auch der Umstand, dass der grössere Theil der Eisenbahnverwaltungen und selbst jene, welche die Schwellenhöhe oder das Unterbauplanum während des Baues als Höhenlage benützen, für den Betrieb den Schienenkopf als Höhenlage annehmen und auf diesen ihre Profile beziehen. Ein weiterer Beweis dessen ist auch die Thatsache, dass alle Bahnen, ohne Ausnahme (was immer für eine Ebene sie für den Bau oder Betrieb als Höhenlage annehmen), das von ihnen ausgegebene, für den Bau und Betrieb maassgebende Normal-Lichtprofil auf den Schienenkopf beziehen, ferner, dass in den technischen Vereinbarungen der deutschen Eisenbahnverwaltungen immer nur vom Schienenkopf als maassgebende Höhe für Maasse der Betriebsmittel, Hochbau-Anlagen u. s. w. gesprochen wird.

Die Gründe, welche die einzelnen Bahnverwaltungen und Ingenieure veranlassen, die Schwellenhöhe oder das Unterbauplanum als Höhenlage anzunehmen und in den Profilen zum Ausdruck zu bringen, bestehen in den Erleichterungen während des Baues besonders der Erdarbeiten und Kunstbauten. Wenn auch diese Vortheile nicht geleugnet werden können, so dürften doch die Nachtheile, besonders in jenen Fällen, wo die Schienenkopfhöhe weder beim Bau noch beim Betrieb eine Berücksichtigung in den Profilen findet, die Vortheile überwiegen.

Ist z. B. ausschliesslich nur die Schwellenhöhe in den Profilen angegeben und als Höhenlage angenommen, so werden für den Bau die Höhen auch auf diese Maasse gegeben und abgesteckt, was bei der Oberbauherstellung und den Hochbau-Anlagen leicht zu Fehlern Anlass geben kann, wenn nicht gleichzeitig, besonders auf den Stationsplätzen, die Schienenkopfhöhe angegeben wird, da die Schwellen der Wechsel und Kreuzungen eine andere Höhenlage erhalten müssen, als die der laufenden Bahn und für die Anlage der Hochbauten, Wasserkrahe u. s. w. lediglich nur der Schienenkopf maassgebend ist.

Weiter zeigt sich der Nachtheil in dem Fall, wenn bei einem Neubau verschiedene Schienenprofile, bzw. Schienen von verschiedenen Höhen angewendet, oder während des Betriebes die Schienenlage einzelner Strecken mit Schienen von anderen Höhen ausgewechselt werden muss. Da die Profile sich auf Schwellenhöhe beziehen und längs der ganzen Linie nur diese Höhen angegeben werden, müssten nothwendig, wenn nicht gleichzeitig die Schienenkopfhöhen gegeben werden, in der Höhe der Fahr-

bahn-Ebene bei dem Zusammenstossen der verschiedenen Schienenhöhen Stufen entstehen.

Als Beispiel, zu welchen unregelmässigen und unnatürlichen Anlagen derlei Annahmen führen, mag folgender Fall aus der Praxis dienen: Nach den zu Gebote stehenden Mittheilungen wurde es bei einer Bahn, welche die Schwellenhöhe als Höhenlage angenommen hat und ihre Profile sowohl während des Baues als auch Betriebes nur auf diese Höhe bezog, nothwendig, während ihres langjährigen Betriebes den Oberbau zweimal zu wechseln. Da die Höhenlage der Schwelle unverändert zu bleiben hatte, die neuen Schienenprofile aber verschiedene Höhen erhielten, so trat bei der ersten Auswechslung eine Senkung, bei der zweiten eine Hebung der Schienenkopfhöhe stellenweise ein, welche dadurch ausgeglichen wurde, dass an den Uebergangsstellen von einem System auf das andere ein kurzes Uebergangsgefälle in dem Oberbau eingeschaltet wurde. — Wenn Auswechslungen dieser Art in der ganzen Länge einer Bahn auf einmal in möglichst kürzester Zeit durchgeführt werden können, was kaum bei einer grossen Bahn anzunehmen ist, werden die Uebergangsstellen ohne Folgen sein, da diese zeitweiligen Anlagen nur kurze Zeit währen; wenn jedoch die Auswechslung mehrere Jahre in Anspruch nimmt, dann werden diese Uebergangsstellen nicht nur auf den Betrieb einen schädlichen Einfluss üben, sondern es verlieren auch die als Basis dienenden Profile, bzw. die angenommene Schwellenhöhe als Höhenlage ihre Richtigkeit und Werth, da sie in keinem Punkt mit dem wirklichen Stand der Höhenlage der Bahn übereinstimmt. — Bei Bahnen in der Ebene, wo nur geringe Gefälle vorkommen, wird der Einfluss der Uebergangsgefälle auf den Betrieb nur gering sein; bei Gebirgsbahnen jedoch mit Steigungen von 25 und mehr pro Mille, kann er ein sehr bedeutender werden, und es ist kaum anzunehmen, dass in diesen Fällen sich eine Bahnverwaltung zu einer solchen Aenderung in den Gefällverhältnissen der Bahn, selbst wenn sie nur kurze Zeit bestehen soll, entschliessen dürfte.

Was schliesslich die Verschiedenheit der Annahme der Höhenlage der einzelnen Eisenbahnverwaltungen im Allgemeinen anbelangt, so hat diese, abgesehen von den lokalen Verhältnissen und von den Vor- und Nachtheilen der einzelnen Höhenlagen, für die Praxis und Wissenschaft den empfindlichen Nachtheil, dass ein Vergleich über die Höhenlagen der Bahnen oder einzelnen Bauobjekte untereinander unmöglich ist, ferner bei Anschluss neuer Bahnen an bestehende Bahnen, diese zu Irrungen und fehlerhaften Herstellungen sowohl beim Bau als auch beim Betrieb Anlass geben kann.

Die Eisenbahnen, wie wenig andere Bauten und Anlagen, verfolgen derart internationale Zwecke für die Bedürfnisse der Menschen, dass die Nothwendigkeit: „Die Einrichtungen und Konstruktionen derselben möglichst gleichartig zu machen“ immer mehr und mehr unabweislich wird. In vielen Theilen derselben besteht auch bereits eine solche Einigung unter den meisten Bahnen, und es wäre wünschenswerth, dass auch in dem Begriffe und der Festsetzung der Höhenlage der Eisenbahnen eine Vereinbarung und Einigung eintreten würde.

# Theorie statisch unbestimmter Systeme unter Berücksichtigung von Anfangsspannungen.

Von Prof. Müller-Breslau.

Unter dieser Ueberschrift entwickelt Herr Professor Steiner im IV. Hefte des letzten Jahrganges dieser Zeitschrift eine Theorie der durch den Balken versteiften Kette; er leitet eine Formel zur Berechnung des durch eine Einzellast  $\Delta P$  hervorgerufenen Horizontalzuges  $\Delta X$  ab (allerdings unter Vernachlässigung der häufig sehr wesentlichen Längenänderung der Kette), untersucht dann gewisse Grenzfälle und knüpft an die Ergebnisse dieser Untersuchung eine Werthschätzung der bisherigen Theorien. Dieser letztere Theil der Arbeit des Herrn Steiner veranlasst mich, die folgenden Einwände zu erheben.

Herr Steiner gelangt zu der in seiner Arbeit mit Nr. 18 bezeichneten Gleichung für  $\Delta X$ , indem er die Differential-Gleichung der elastischen Linie des Versteifungsbalkens unter der Voraussetzung integrirt, dass der vom Eigengewichte herrührende Horizontalzug  $H$ , verglichen mit  $\Delta X$ , so gross sei, dass  $H + \Delta X = H$  gesetzt werden dürfe. Dessenungeachtet folgert Herr Steiner wenige

Zeilen später: Im Falle  $\lambda = \sqrt{\frac{4 H l^2}{E J}}$ , d. h. im Falle  $H = 0$  oder  $E J = \infty$ , gehe  $\Delta X$  über in

$$\Delta X = \frac{5}{64} \frac{a b (4 l^2 + a b)}{h l^3} \Delta P \quad (1)$$

Dieser Schluss ist natürlich ein Irrthum; denn die Annahme  $H = 0$  steht im Widerspruche mit der Annahme  $H + \Delta X = H$  und im Falle  $E J = \infty$  muss sich  $\Delta X = 0$  ergeben, wenn die Gleichung für  $\Delta X$  richtig sein soll; denn ein unendlich steifer Balken biegt sich überhaupt nicht und kann deshalb auch keine Last auf die Kette übertragen.

Führt man nun die Integration der erwähnten Differential-Gleichung aus, ohne die Annahme  $H + \Delta X = H$  zu machen und setzt dann den für  $\eta$  erhaltenen Werth in die von mir in der „Hannov. Zeitschr.“ 1881 abgeleitete Gleichung

$$\int (\Delta s) \frac{ds}{dx} = - \int_0^{2l} \eta \frac{d^2 \eta}{dx^2} ds \quad (2)$$

ein, in welcher das Integral der linken Seite die (auf keinen Fall vernachlässigbare) Längenänderung der Kette berücksichtigt, so ergibt sich zur Berechnung von  $\Delta X$  für eine parabolische Kette die Formel:\*)

$$\frac{C(H + \Delta X) l^3}{E J h} = \frac{1}{\beta^2} \left( \frac{4 h}{l} - D \right) - \frac{4 h l}{3} + \frac{P a b}{2 H} \quad (3)$$

$$\text{wo } \beta = \sqrt{\frac{H + \Delta X}{E J}}; \quad C = 1 + \frac{4 h^2}{3 l^2} + \frac{s \sec \alpha}{l};$$

$$D = \frac{2}{e^{2\beta l} - e^{-2\beta l}} \left[ \frac{P}{2(H + \Delta X)} \cdot l + \frac{2 h}{l^2 \beta} (e^{2\beta l} + e^{-2\beta l} - 2) \right]$$

$$E = (e^{2\beta l} - e^{-2\beta l}) - (e^{\beta a} - e^{-\beta a}) - (e^{\beta b} - e^{-\beta b}).$$

Es bedeutet:  $F$  den Inhalt des Kettenquerschnittes im Scheitel,  $s$  die Länge und  $\alpha$  den Neigungswinkel der Auflagerkette gegen die Horizontale. Vorausgesetzt wird, dass der Kettenquerschnitt  $F_x$  an der Stelle  $x$  der Gleichung  $F_x \sec \alpha_x = F$  genügt ( $\alpha_x$  = Neigungswinkel des betreffenden Kettengliedes) und dass die Brücke bezüglich der Mitte symmetrisch ist. Im Uebrigen sei auf die Figur im Aufsätze des Herrn Steiner verwiesen.

Setzt man in Formel 3:  $H = 0$ , d. h. vernachlässigt man die Anfangsspannung der Kette, so erhält man die von mir am angegebenen Orte entwickelte Gleichung. Setzt man  $E J = \infty$ , so erhält man richtig  $\Delta X = 0$ .

Gegen die von Herrn Steiner durchgeführte Untersuchung des zweiten Grenzfalles

$$\lambda = \sqrt{\frac{H}{E J}} = \infty$$

lassen sich ebenfalls Bedenken vorbringen. Die Annahme  $H = \infty$  hat natürlich ebensowenig Sinn, wie die Annahme  $E J = \infty$ ; und für den Fall  $E J = 0$  wird die ganze Entwicklung ungiltig, weil bei sehr kleinem Trägheitsmomente des Versteifungsbalkens der in Wirklichkeit stets vorhandene Biegungswiderstand der Kette nicht mehr vernachlässigbar ist. Ein Ausdruck für  $\Delta X$ , der auch im Falle  $E J = 0$  giltig sein soll, muss das Trägheitsmoment des Kettenquerschnittes enthalten. Dass ausserdem der Biegungswiderstand der Fahrbahn bei sehr kleinem  $E J$  eine Rolle spielt, braucht kaum betont zu werden.

Noch hebe ich hervor, dass die Gleichung 1 ebenfalls zuerst von mir abgeleitet worden ist; sie lautet mit Berücksichtigung der Längenänderung der Kette:

$$\Delta X = \frac{5}{64} \frac{a b (4 l^2 + a b) \Delta P}{h l^3 \omega} \quad (4)$$

wo

$$\omega = 1 + \frac{15}{8} \frac{J C}{F h^2};$$

an Stelle derselben rechne ich stets mit der einfacheren Formel:

$$\Delta X = \frac{3 P a b}{8 h l \omega} \quad (5)$$

Je steifer der Balken construirt wird, desto grösser ergibt sich  $\omega$  und desto nothwendiger ist es, die Längenänderung der Kette zu berücksichtigen. Am allerwenigsten darf man, wie dies Herr Steiner thut, den, an und für sich unmöglichen, Grenzfall  $E J = \infty$  mit Hilfe von Formeln untersuchen, die unter Vernachlässigung jener Längenänderung gewonnen sind; denn diese Formeln sind schon lange, ehe jener Grenzfall erreicht wird, vollständig unbrauchbar. Man achte auch darauf, dass  $F$  umso kleiner zu sein braucht, je grösser  $J$  gewählt wird.

Die Entwicklung der Gleichungen 4 und 5 findet sich in meinem Buche: „Die neueren Methoden der Festigkeitslehre“, Leipzig, 1886, S. 136 und 137. Auf welche Weise bei der Bestimmung von  $\Delta X$  die Veränderlichkeit von  $J$ , die Längenänderung der Hängestangen und die Verschiebungen der Widerlager berücksichtigt werden kann, habe ich in der „Hannov. Zeitschr.“ 1883 gezeigt. Herr Steiner erwähnt nur meine erste Arbeit über diesen Gegenstand, und ich halte es deshalb nicht für überflüssig, zu betonen, dass ich keineswegs noch den in jener ersten Arbeit eingenommenen Standpunkt vertrete. So bin ich zu der, in meinen späteren Arbeiten ausdrücklich ausgesprochenen Ueberzeugung gelangt, dass es bei den Kettenbrücken mit geringen Formänderungen (auf welche sich ja meine Untersuchungen ausschliesslich beschränkten\*) ganz unzulässig ist, den Einfluss der Längenänderung der Kette zu vernachlässigen; auch halte ich es zur Zeit nicht für möglich, zu behaupten, die eine der beiden Gleichungen 4 und 5 sei genauer als die andere.

Zahlenrechnungen zeigen, dass bei einem und demselben  $\beta$ , je nach der Lage der Last, bald die Gleichung 4 bald die Gleichung 5 zu einem Ergebnisse führt, welches mit dem aus Formel 3 erhaltenen besser übereinstimmt. Die Unterschiede sind stets unwesentlich, und wir haben schon wegen der Schwierigkeiten der richtigen Abschätzung

\*) Ich muss deshalb auch Herrn Steiner das Recht bestreiten, gelegentlich der Durchführung seines zweiten Zahlenbeispiels zu sagen, dass die Regeln nach Müller-Breslau geben würden  $\Delta M = 7.44 \Delta P$  (statt  $\Delta M = 2.003 \Delta P$ ). Wer die von mir für den Fall sehr geringer Formänderungen entwickelte Theorie auf die Berechnung einer nahezu unversteiften Kettenbrücke anwendet, hat es sich selbst zuzuschreiben, wenn er unrichtige Ergebnisse erzielt; denn in diesem Falle ist selbst für  $H = 0$  die Momentenformel  $M = M' - \Delta X y$  ganz unbrauchbar.

\* Ich schliesse mich hier möglichst den Bezeichnungen des Herrn Steiner an.

von Temperaturänderungen allen Grund, die einfachste Formel zu bevorzugen. Setzt man zum Beispiel:  $l = 30\text{ m}$ ;  $h = 4.5\text{ m}$ ;  $b = a = l$ ;  $EJ = 393\,750$ ;  $H = 300t$ ;  $F = 0.035$ ;  $s \sec \alpha = 21\text{ m}$ ;  $P = 10t$ ; so erhält man:

nach Formel 3:  $\Delta X = 23.1t$

" " 4:  $\Delta X = 23.9t$

" " 5:  $\Delta X = 22.9t$

Im vorliegenden Falle stimmt also zufällig der Werth aus 5 besser mit dem aus 3.

Hannover, den 12. März 1887.

### Erwiderung.

Zu vorliegender Abhandlung erlaube ich mir folgende Bemerkungen anzufügen: Vor Allem constatiere ich gegenüber jenen verehrten Lesern, welche an ein eingehendes Studium meiner Arbeit nicht schreiten wollen, dass Herr Prof. Müller-Breslau die Richtigkeit meiner Formeln, soweit sie den Anfangszustand berücksichtigen, für die in Praxis vorkommenden Fälle nicht bestreitet, selbst zugibt, den in seiner ersten Arbeit, auf die ich mich ausschliesslich bezogen habe, eingenommenen Standpunkt nicht mehr zu vertreten und seine Einwände erstens auf die Anwendung meiner Formeln für die Grenzfälle  $\lambda = 0$  und  $\lambda = \infty$  und zweitens dagegen richtet, dass ich seine Formeln für Brücken grosser Formänderungen zur Vergleichung mit den genaueren benützt habe.

Beide Einwände beruhen aber entschieden auf Missverständnissen.

Zum zweiten Punkte bemerke ich vor Allem, dass Herrn Müller-Breslau unbestritten das grosse Verdienst gebührt, zuerst eine rationelle praktisch brauchbare Theorie versteifter Hängebrücken aufgestellt zu haben.

Ich habe gezeigt, dass die von ihm zuerst entwickelte Formel für den Horizontalschub auch dann noch näherungsweise richtig ist, wenn die Brücke grössere Formänderungen durchmacht, also auch bei Berechnung des Horizontalschubes bei un versteiften Hängebrücken benützt werden kann.

Für die Berechnung der Momente ist die Annahme sehr kleiner Formänderungen, wie mein Beispiel 2 zeigt, unbrauchbar. Inwiefern Herr Müller-Breslau darin einen Vorwurf gegen seine Theorie sehen kann, ist mir nicht erklärlich, da ich ausdrücklich erwähnte, dass der Natur der Ableitung nach auf ein Zusammentreffen der Resultate nicht gerechnet werden kann. Wenn ich die Näherungstheorie Müller-Breslau's prüfte, ob sie nicht auch in diesem Falle bei un versteiften Hängebrücken noch brauchbare Resultate gäbe, that ich dasselbe, was vielfach bei anderen Untersuchungen geschieht, wo man z. B. prüft, ob und inwieweit gewisse Formeln für elastische Formveränderungen selbst über die Elasticitätsgrenze noch Gültigkeit haben, wie dies beispielsweise beim Kic'k'schen Gesetze proportionaler Formveränderungen der Fall ist, was nur experimentell, nicht aber streng mathematisch bewiesen werden kann.

Hinsichtlich des ersten Einwandes constatiere ich zunächst, dass die meisten Grenzfälle baumechanischer Untersuchungen lediglich eine mathematische und keine praktische Bedeutung haben, da die Zulässigkeit der Annahmen an den Grenzen in der Regel durch andere Einflüsse wesentlich gestört wird. Dass dies auch hier der Fall ist, habe ich nie in Zweifel gezogen und bedarf es den mathematisch-technisch gebildeten Leser gegenüber keiner weiteren Begründung.

Insoweit mir aber Herr Prof. Müller-Breslau vorwirft, mein Schluss, betreffend Formel 1, beruhe auf einem Irrthum und stehe im Widerspruche mit der Annahme  $H + \Delta X = H$ ,\*) so weise ich diesen Vorwurf zurück, da

\*) Rührt die Anfangsspannung  $H = X$  von einer Kraft her, die um  $\Delta P$  sich ändert, so wird unsere abhängige Veränderliche in der Gleichung  $(X + \Delta X)$  und ich muss ohne Weiteres  $\Delta X$  gegen  $X$  ver-

keineswegs für  $EJ = \infty$  das  $\Delta X = 0$  werden muss, wenn die ursprünglichen Annahmen aufrecht erhalten werden. Ich habe die Ableitungen im Manuscripte unter Berücksichtigung der Grösse  $\Delta H$  gemacht und selbe erst in der Publication weggelassen, da der Einfluss sich thatsächlich als unwesentlich zeigt, wie nachstehende Argumentation beweist.

Es ist klar, dass gegen die Vernachlässigung von  $\Delta X$  kein Einwand erhoben werden kann, so lange  $H$  gegen  $\Delta X$  gross ist und  $EJ$  einen sehr grossen Werth besitzt; für diesen Fall gilt unbedingt näherungsweise Formel 18 meiner Ableitung, wonach  $\Delta X$  einen endlichen Werth erhält, so lange die kleingedachte Einzellast  $\Delta P$  einen solchen besitzt.

Dieses Resultat steht, wie Prof. Müller-Breslau meint, mit der Annahme in Widerspruch, dass ein unendlich steifer Balken keinen Schub auf die Kette übertragen könne. Dieser Vorwurf, der in ganz gleicher Weise die zuerst von Müller-Breslau angewendete Näherungsformel, welche  $EJ$  gar nicht enthält, trifft, ist nur so lange gerechtfertigt, als die Längenänderung der Kette berücksichtigt wird.

Es kommen in praktischen Fällen (z. B. Stahlkette, weicher Holzträger) thatsächlich Fälle vor, wo die Ausdehnung der Kette relativ gegen die Formveränderung des Balkens sehr klein ist, und dieses relative Verhältniss kann auch in den Grenzfällen noch zutreffen; dem unendlich steifen Balken steht nunmehr die Kette unendlich grossen Querschnittes gegenüber, und für diesen mathematisch denkbaren Fall bietet es keinen Widerspruch, dass hiebei auch das Verhältniss  $\Delta P : \Delta H$  ein endliches wird.

Müller-Breslau gelangt daher nur dadurch zu der von ihm behaupteten Nichtübertragung eines Horizontalschubes, dass er die Längenänderung der Kette in Betracht zieht, welche von mir ausdrücklich erwähnt, absichtlich ausser Betracht gezogen wurde.

Trotz der Einwendungen Müller-Breslau's dürften daher für Berechnung un versteifter Hängebrücken die von mir in Heft IV des letzten Jahrganges entwickelten Formeln vollständig brauchbare, auf richtiger Grundlage beruhende Behelfe bieten. Dass bei Berechnung vollkommen versteifter Hängebrücken die Müller-Breslau'schen Formeln genügen, welche die Anfangsspannung nicht berücksichtigen, beweisen ebenfalls meine Untersuchungen, da der Einfluss der Anfangsspannungen, wie ich gerne zugebe, kein so bedeutender ist, als der Einfluss vieler anderer Umstände, die sich bei der Berechnung schwer berücksichtigen lassen. — Zu untersuchen, ob und inwieweit Näherungsformeln auch schärferen Annahmen gegenüber Stand halten, und die Grösse der Fehler zu ermitteln, ist eine wichtige Aufgabe der Baumechanik; ich hoffe hiezu, ungeachtet der vorstehenden Kritik, durch meine Arbeit einen bescheidenen Beitrag geliefert zu haben, ohne hiemit die Bedeutung der Untersuchungen und Methoden Prof. Müller-Breslau's irgendwie abschwächen gewollt zu haben.

Prof. F. Steiner.

nachlässigen, bin aber dann immer noch berechtigt, den Werth  $\frac{\Delta P}{\Delta X}$  für den Fall  $X = 0$  der Endformel zu untersuchen, wie dies bei zahlreichen mathematischen Operationen geschieht, obwohl für diesen Grenzfall die Vernachlässigung scheinbar nicht gilt. Der genaue Werth des Horizontalschubes musste für ein endliches  $P$  durch Interpolation gewonnen werden, welche jedoch praktisch unnötig ist, da  $X = \frac{P}{\gamma}$  sich nahezu als Gerade bildlich darstellt; daher  $\Delta P : \Delta X = P : X$  gesetzt werden darf.

### Berichtigungen zu Heft II.

- Auf S. 98, r. Sp., 10. Zeile von unten soll es statt: „5 Knoten in der Stunde (257 pro Secunde)“ heissen: „5 Knoten in der Stunde (2 m 57 pro Secunde)“.
- Auf S. 102, l. Sp., 22. Zeile von unten soll es statt: „Im gedachten Jahre betrug Import und Export 1,445.000 Frs.“ heissen: „Im letzten gedachten Jahre betrug Import und Export 2,426.000 t“.
- Auf S. 103, l. Sp., 19. Zeile von oben soll es statt: „Ueberlassung der Zeichnungen u. s. w.“ heissen: „Ueberlassung der aufliegenden Zeichnungen u. s. w.“



Fig. 1. Ansicht

Fig. 2. Längenschnitt

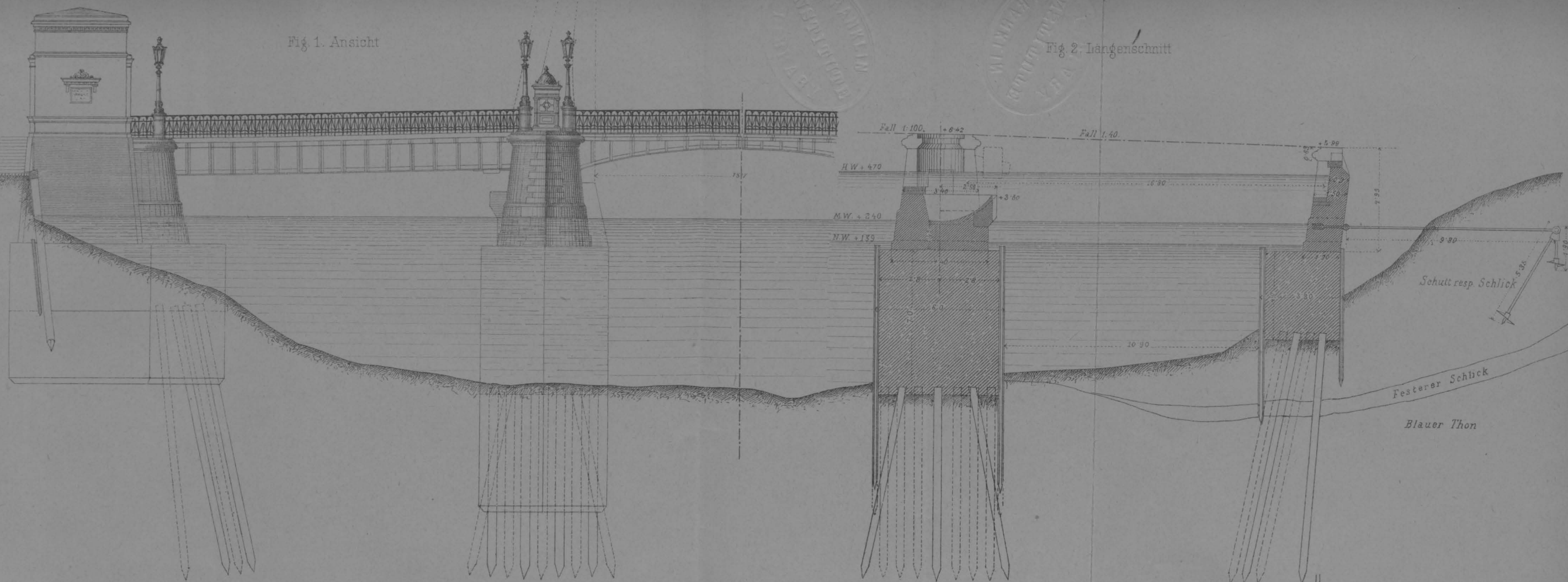


Fig. 3. Grundriss

Fig. 4. Horizontalschnitt

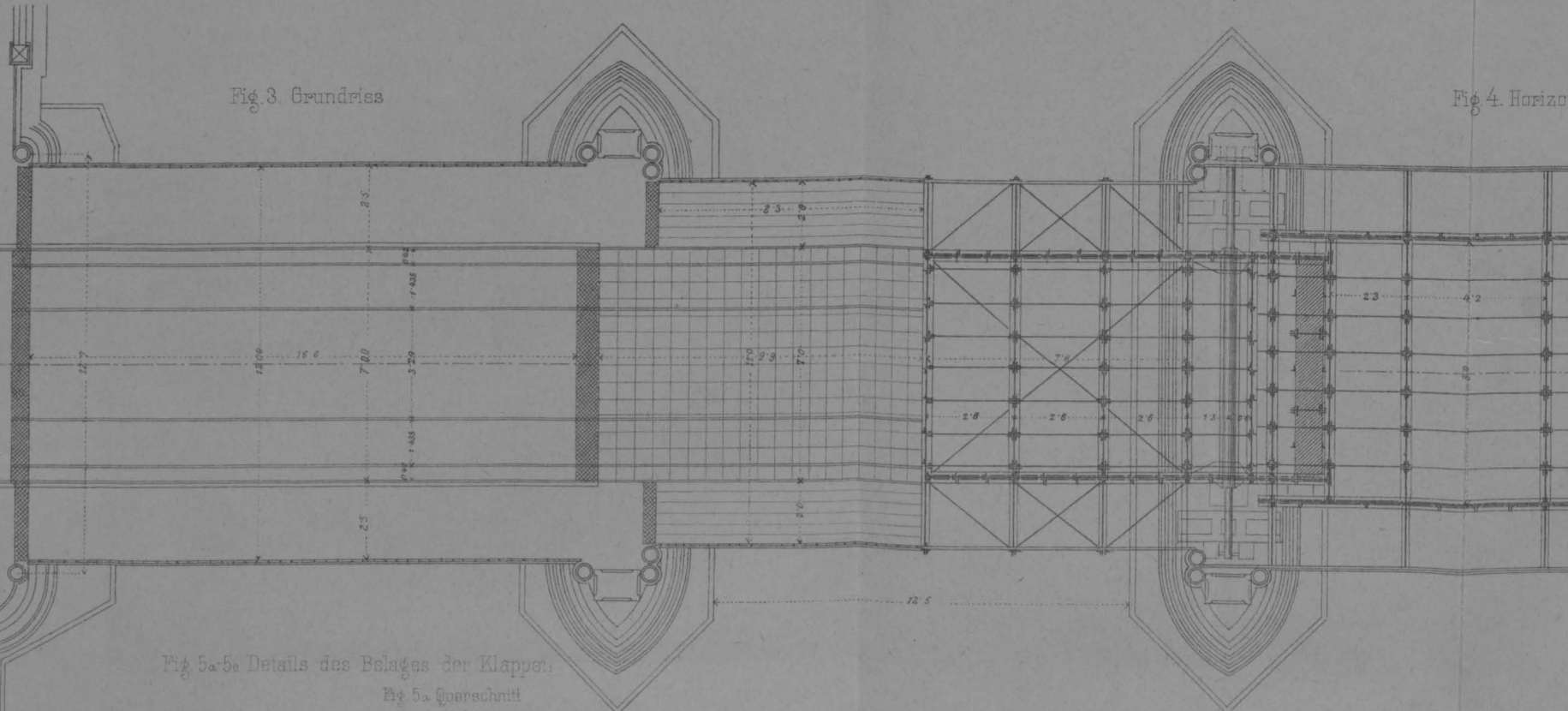


Fig. 5a-5c. Details des Belages der Klappen

Fig. 5a. Querschnitt

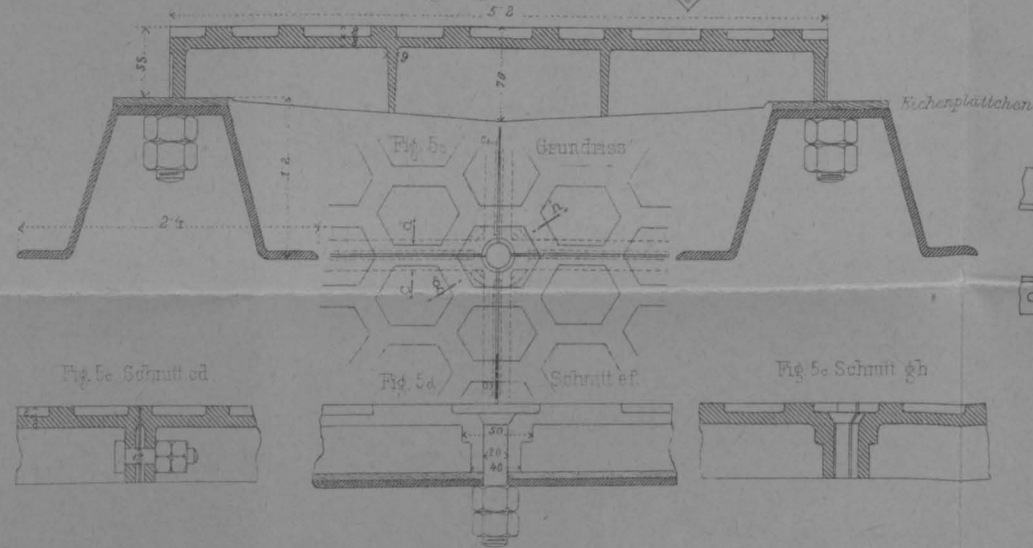


Fig. 6a/6b. Details des Belages der festen Brücken

Fig. 6a. Querschnitt

Fig. 6b. Schnitt ik

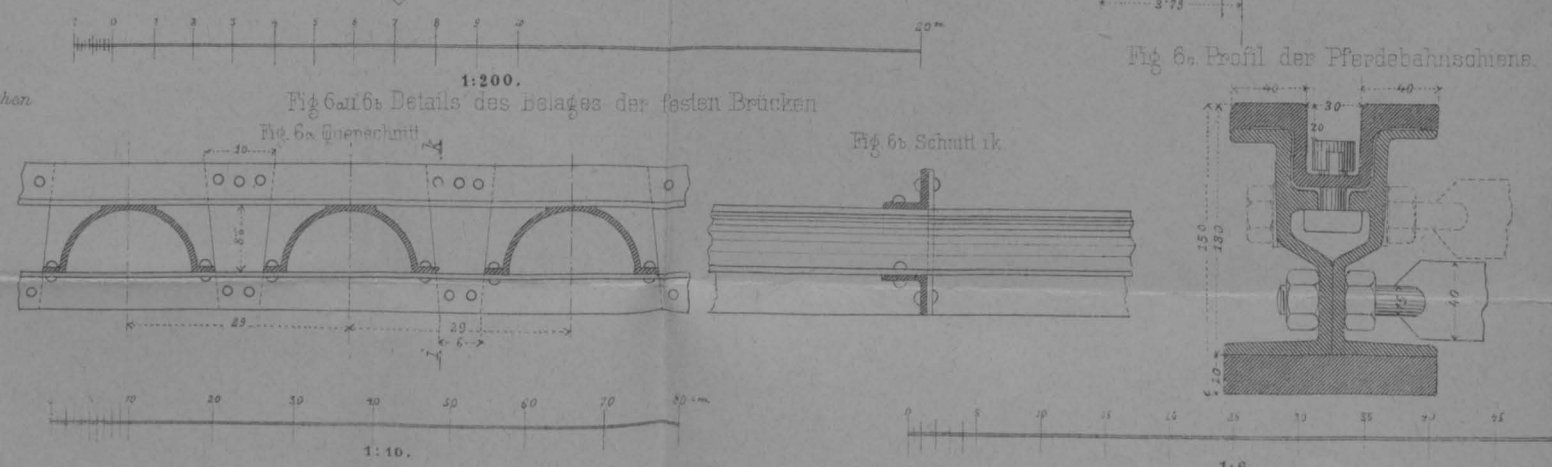


Fig. 6c. Profil der Pferdebahnschiene



Fig. 7 Längsschnitt einer Klappe

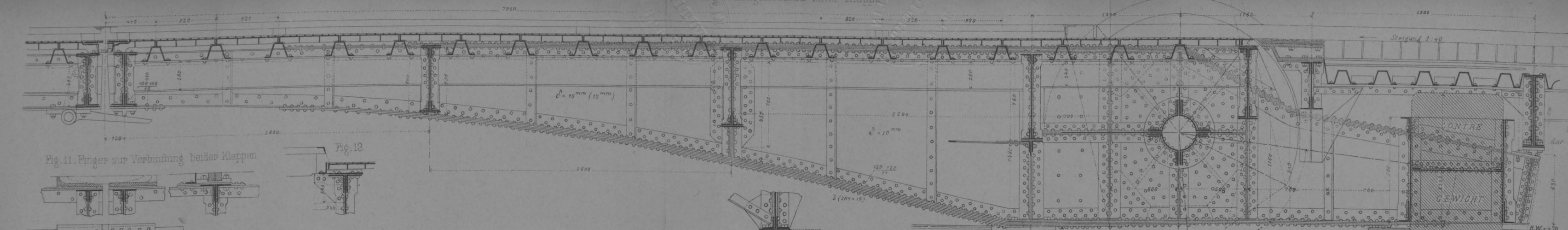


Fig. 11. Finger zur Verbindung beider Klappen

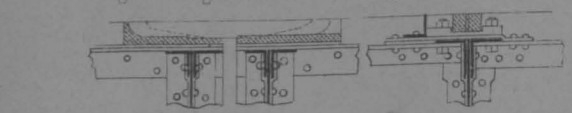


Fig. 13

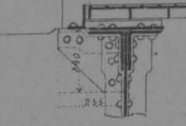


Fig. 8 Querschnitt am Ende der Klappe

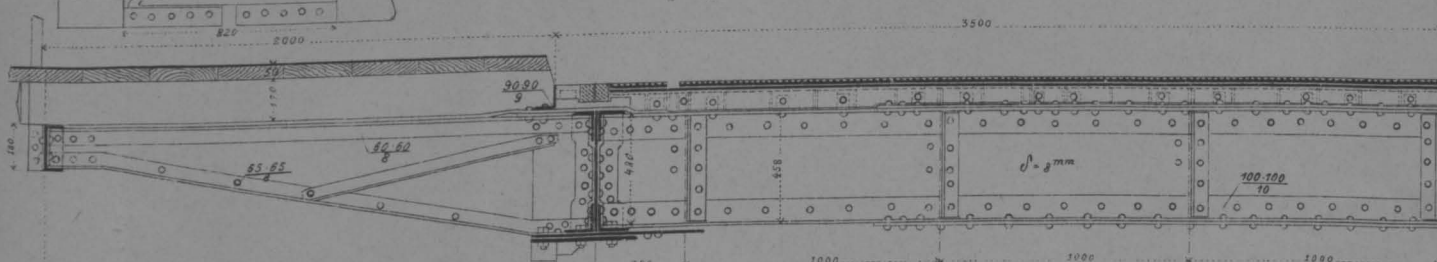


Fig. 9 Querschnitt beim Quertträger I

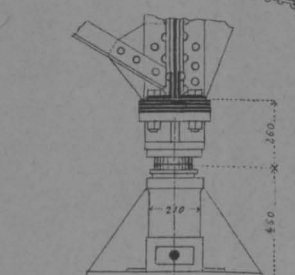
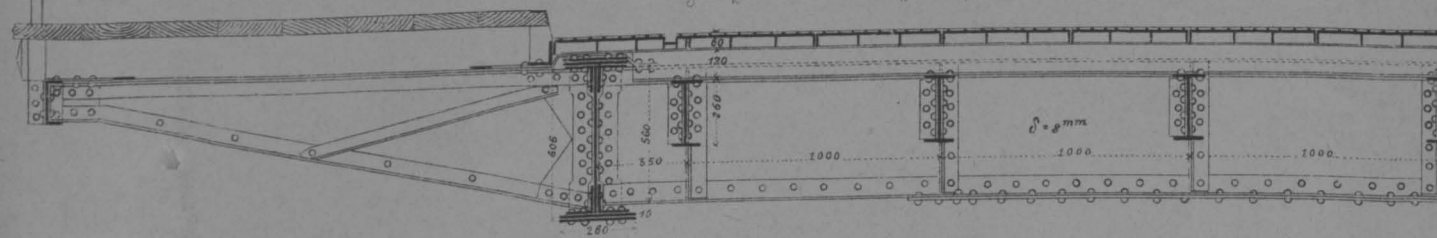


Fig. 12 Kollager der Klappe

Fig. 10 Horizontalschnitt durch den Hauptträger

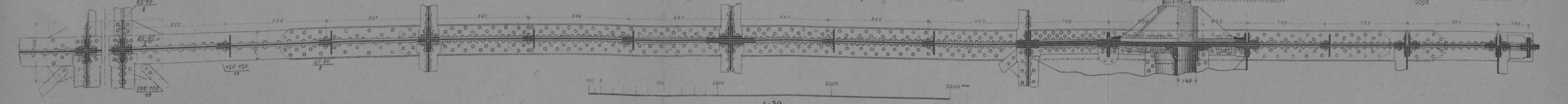
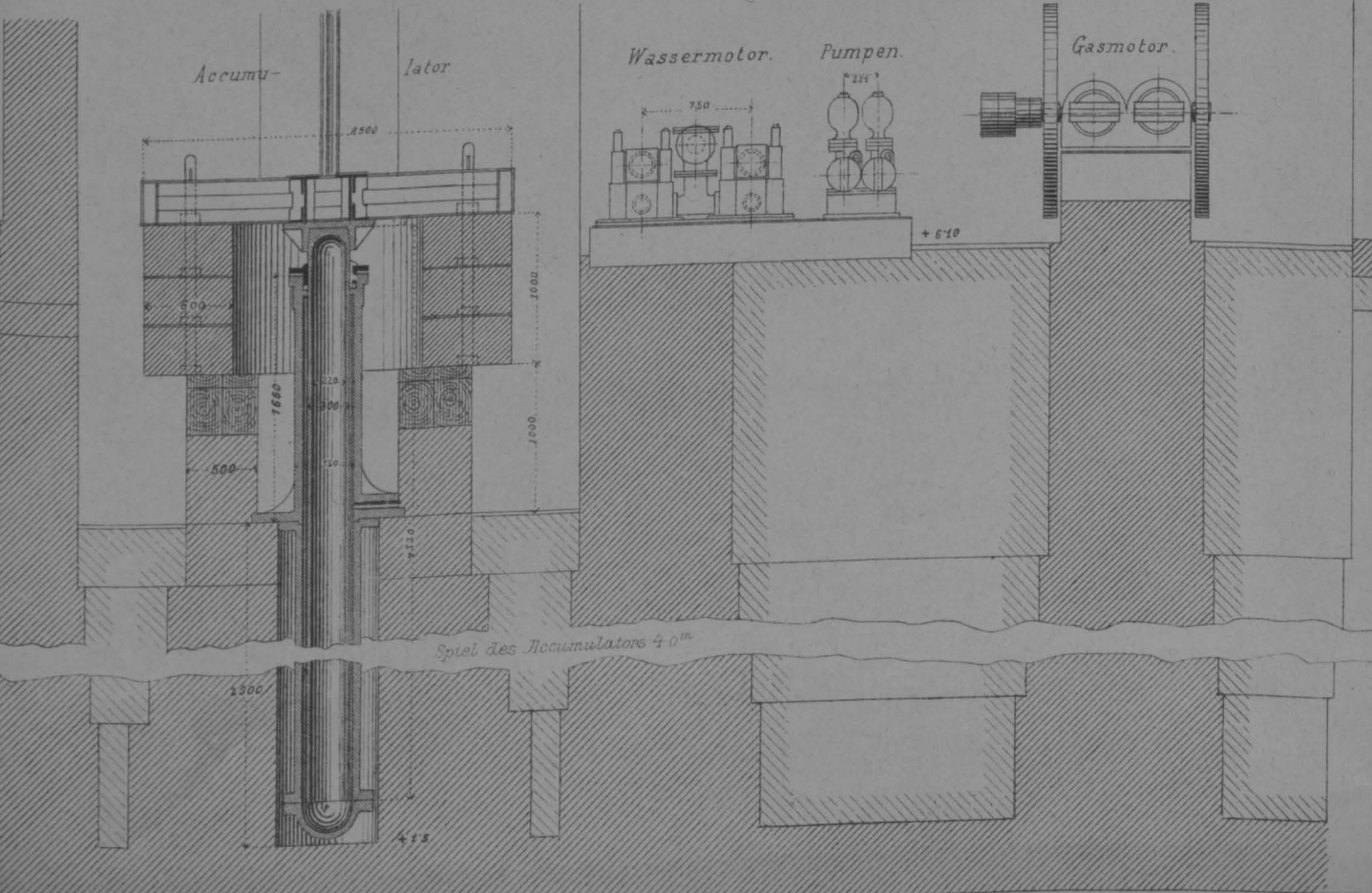


Fig. 14. Schnitt ab.



Das Accumulator- und Motoren-Häuschen

Fig. 15. Schnitt ed.

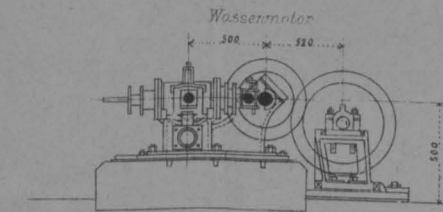


Fig. 16 Schnitt ef.

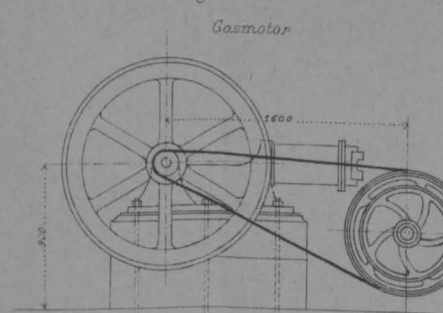
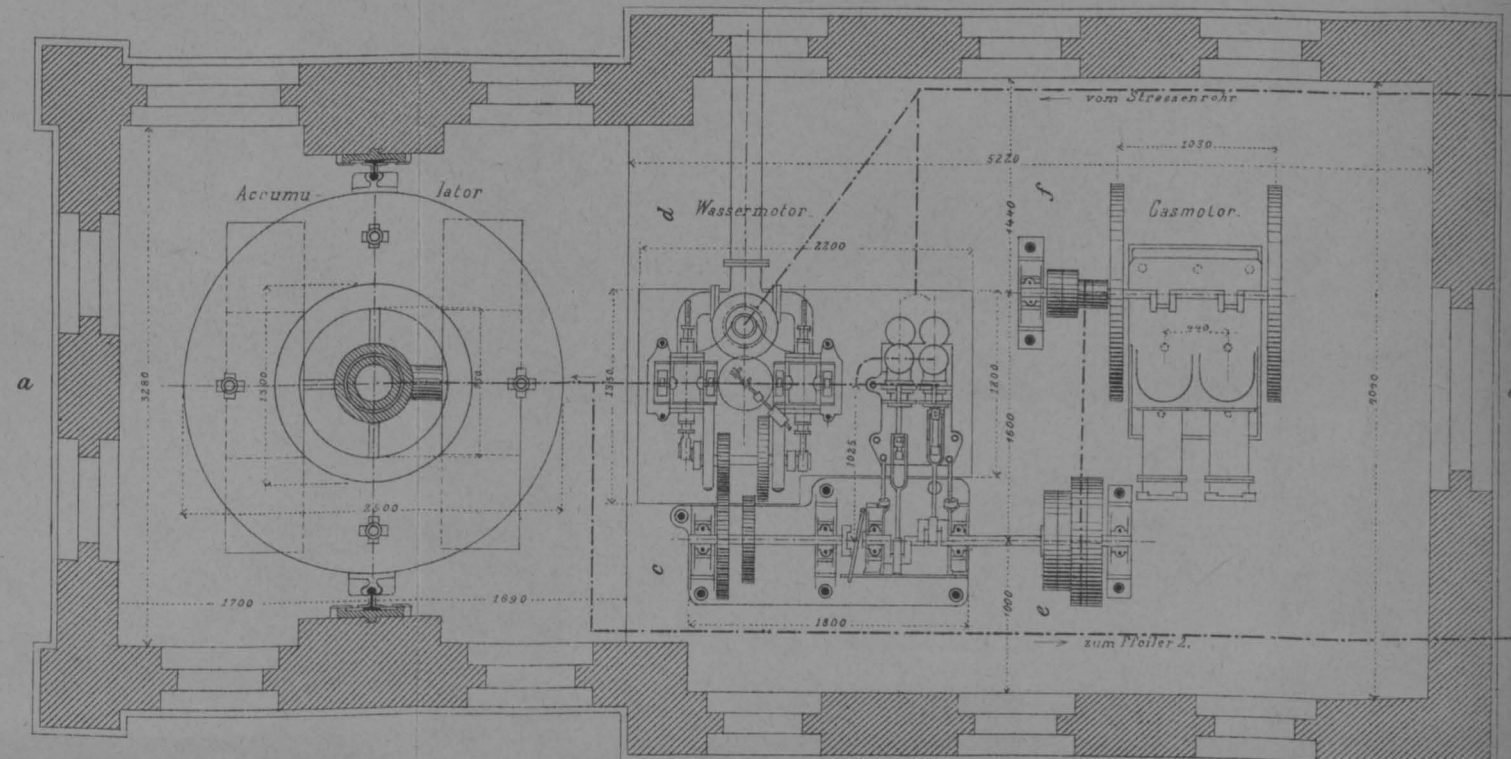


Fig. 17. Grundriss.





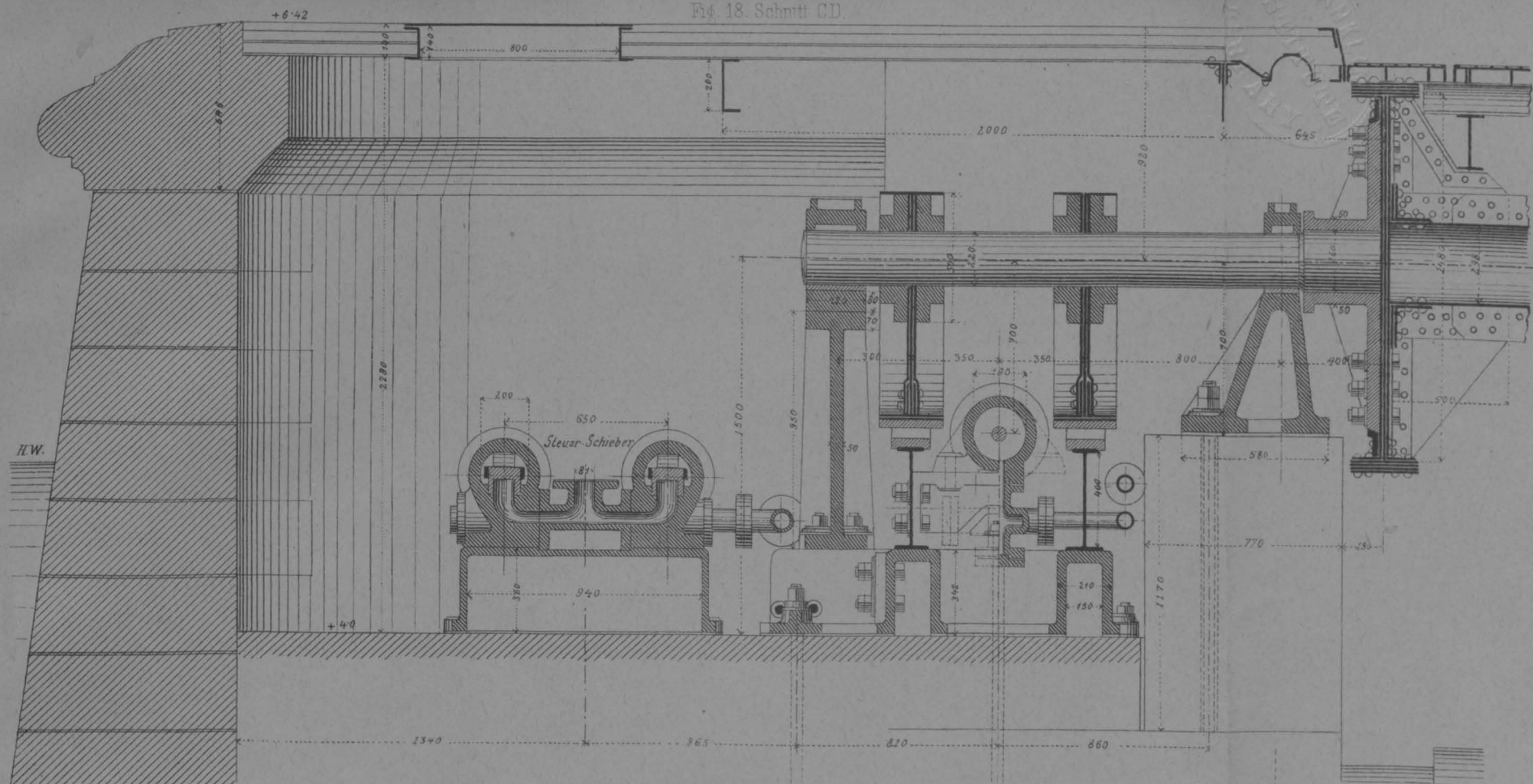


Fig. 19. Grundriss

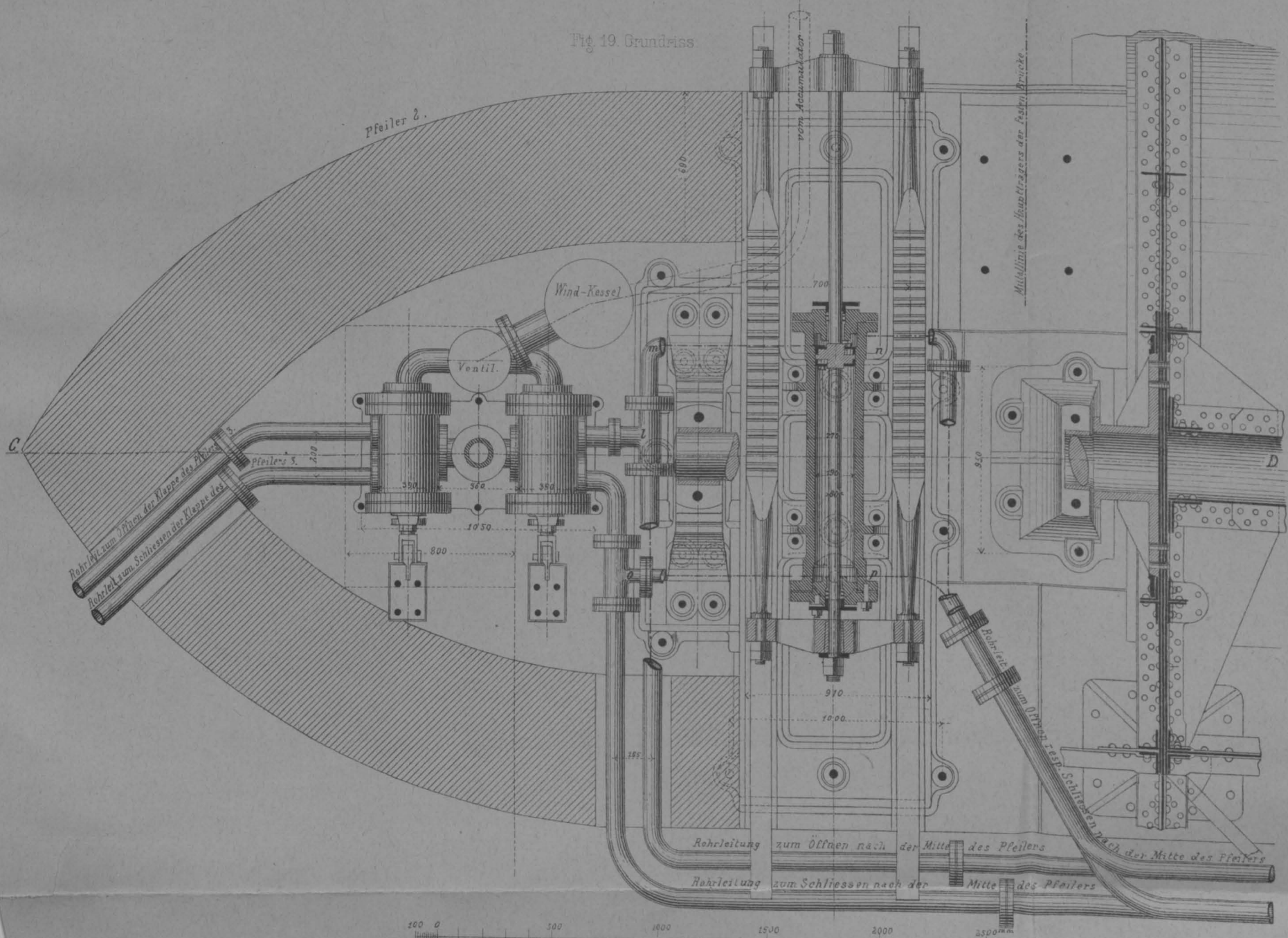


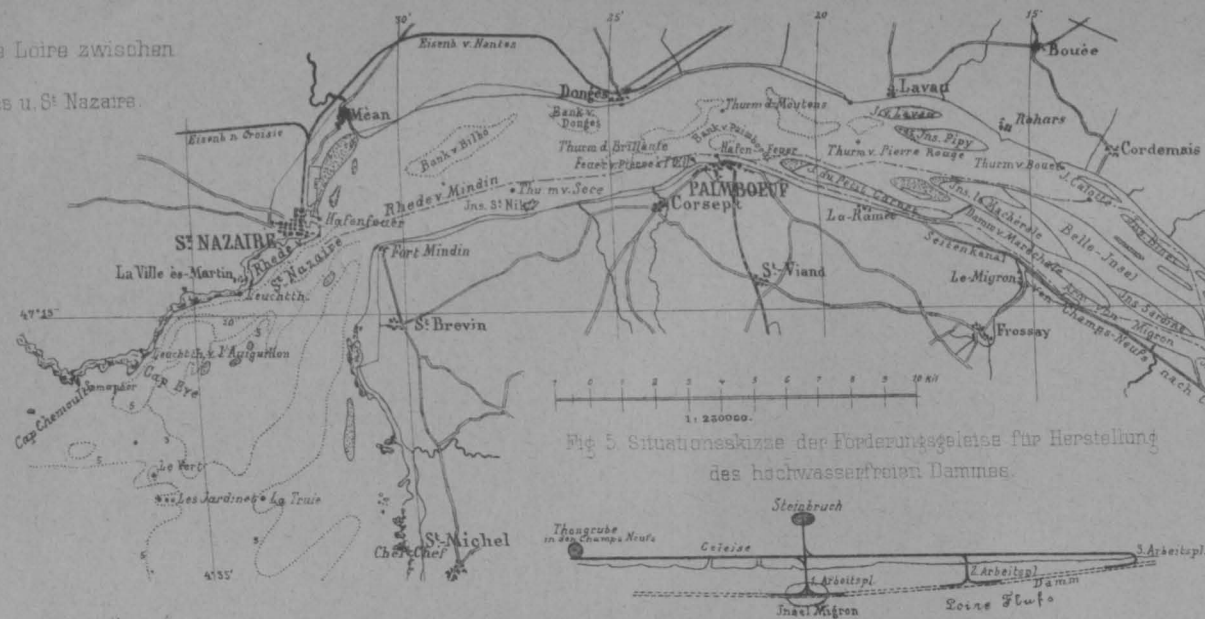
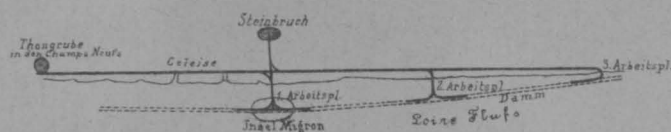
Fig 1 Die Loire zwischen  
Nantes u. St. Nazaire.Fig 5 Situationskizze der Förderroute für Herstellung  
des hochwasserfreien Damms.

Fig 4 Normalprofil des hochwasserfreien Damms 1-750.

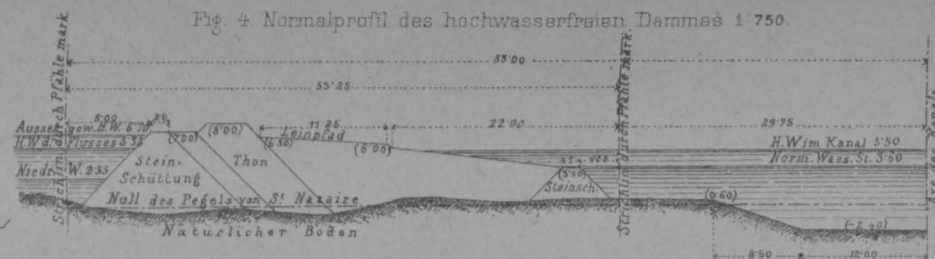
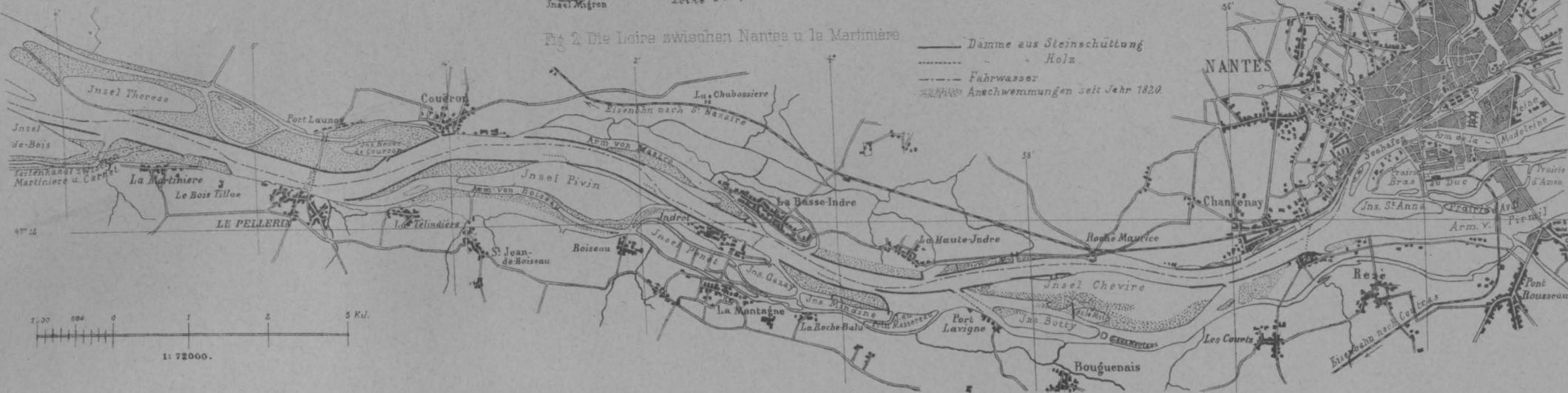


Fig 2 Die Loire zwischen Nantes u. la Martinière



— Dämme aus Steinschüttung  
— Holz  
— Fahrwasser  
— Anschwemmungen seit Jahr 1820

Fig 3 Normalprofil des Kanals

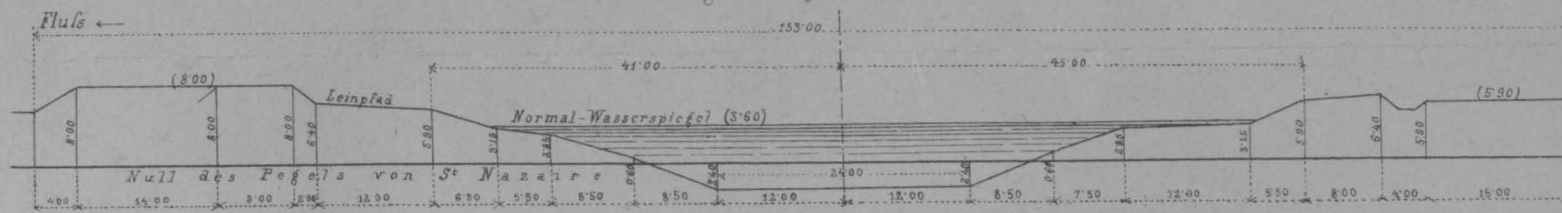


Fig 3-5 Seitenkanal der unteren Loire

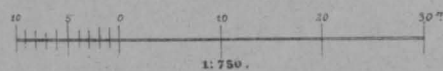


Fig 6 Fluthkurven am Pegel des Hafenbureaus zu Nantes

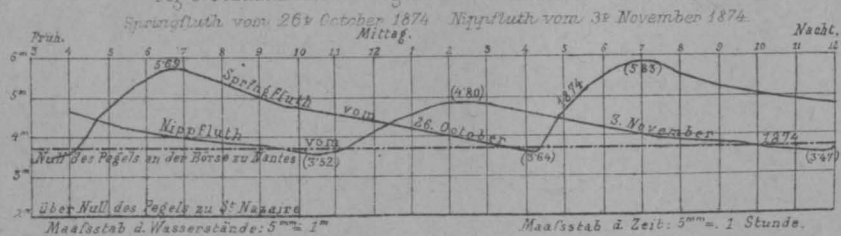
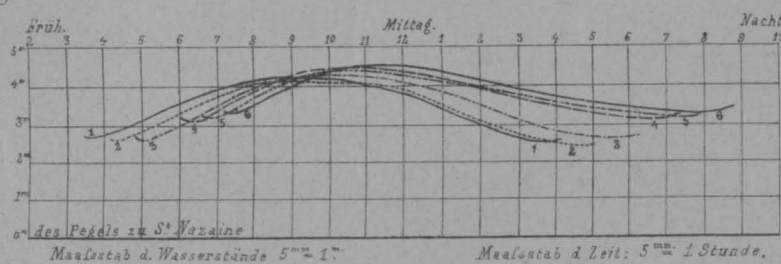
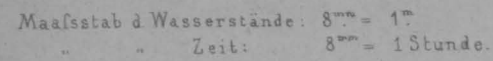


Fig 7 Orts-Fluthkurven zwischen St. Nazaire u. Nantes Nippfluth von 26. Sept. 1876.



1. St. Nazaire.
2. Paimboeuf.
3. Cordemais.
4. La Martinière.
5. La Basse Indre.
6. Nantes.





- \_\_\_\_\_ 1. St Nazaire.
- \_\_\_\_\_ 2. Paimboeuf.
- \_\_\_\_\_ 3. Cordemais.
- \_\_\_\_\_ 4. La Martinière.
- \_\_\_\_\_ 5. La Bassa Jndre.
- \_\_\_\_\_ 6. Nantes (Hafenbureau).



Fig. 5-8 Südlicher Theil des Westkais des Bassin von Penhouët

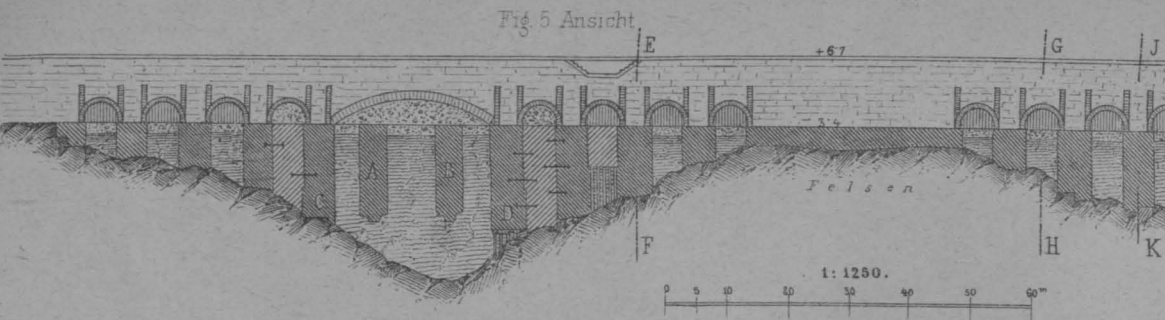


Fig. 6-8 Querschnitte des Westkais des Bassin von Penhouët

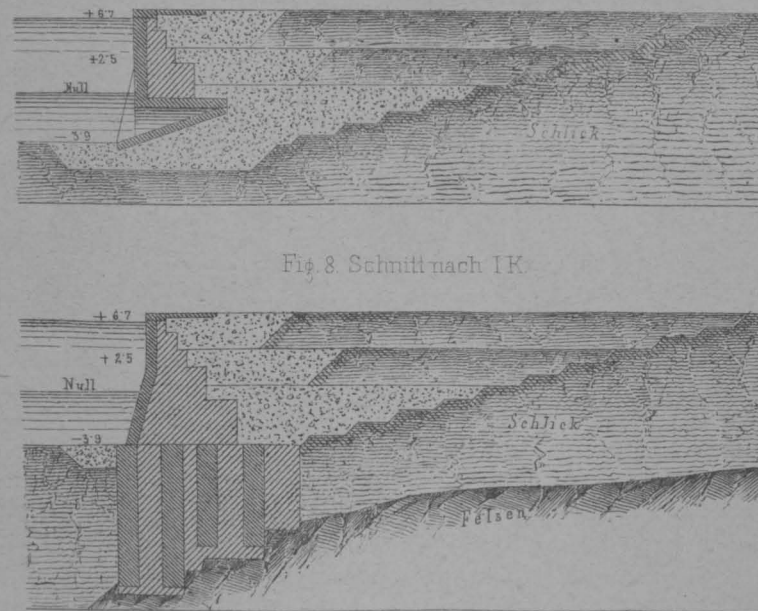
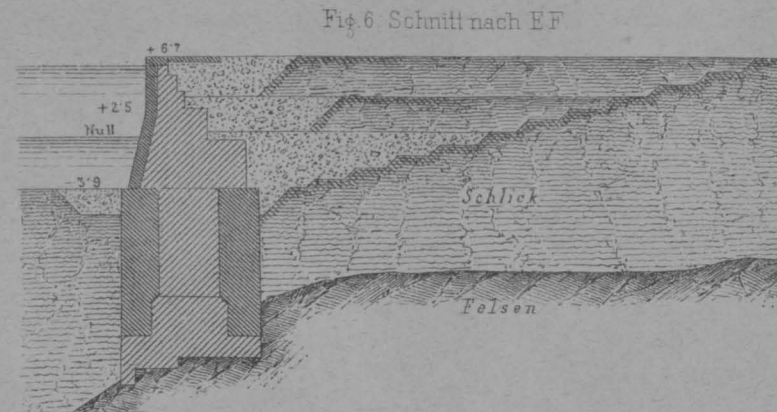


Fig. 7. Schnitt nach GH.

Fig. 8 Schnitt nach IK

Fig. 1. Situation des Hafens von St. Nazaire im Jahre 1886.

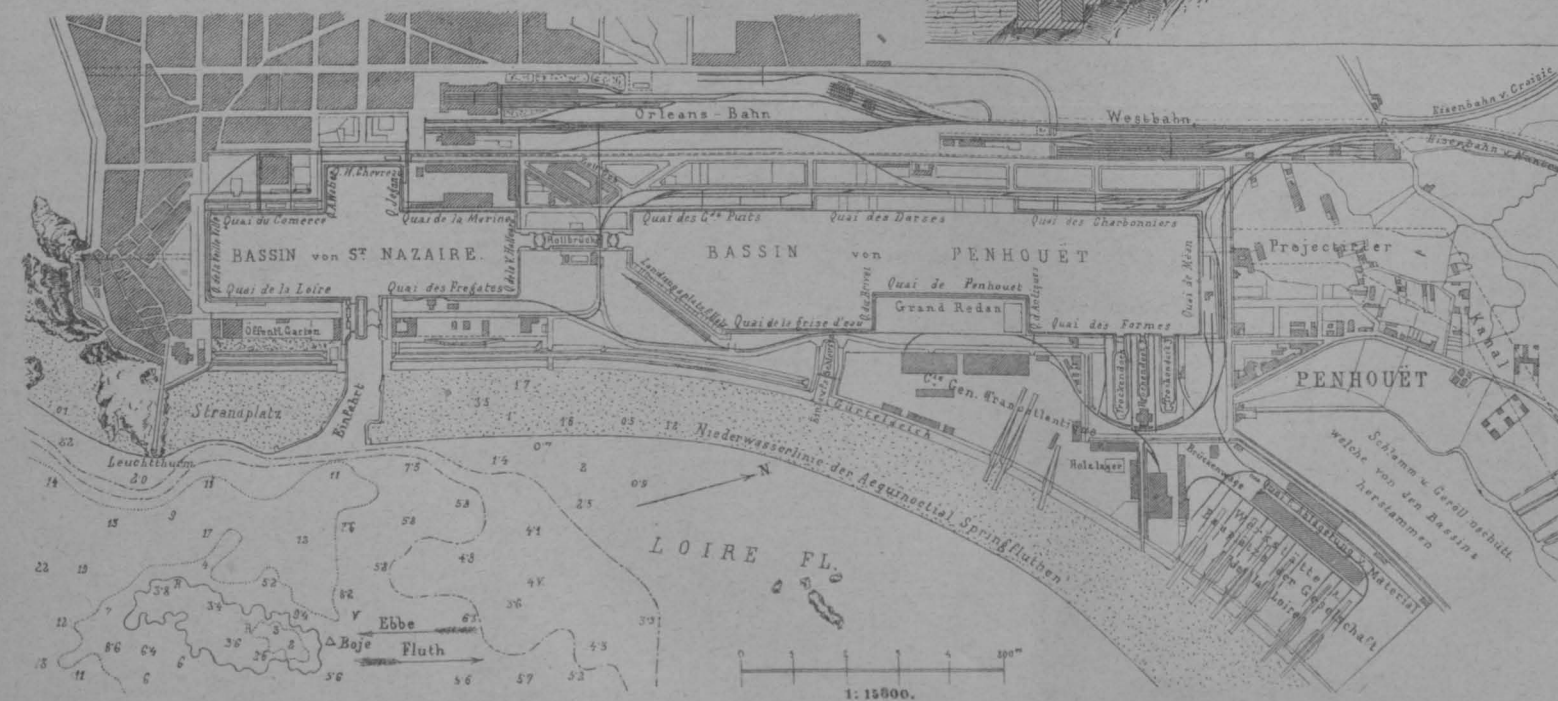


Fig. 3. Fluthkurven zu St. Nazaire

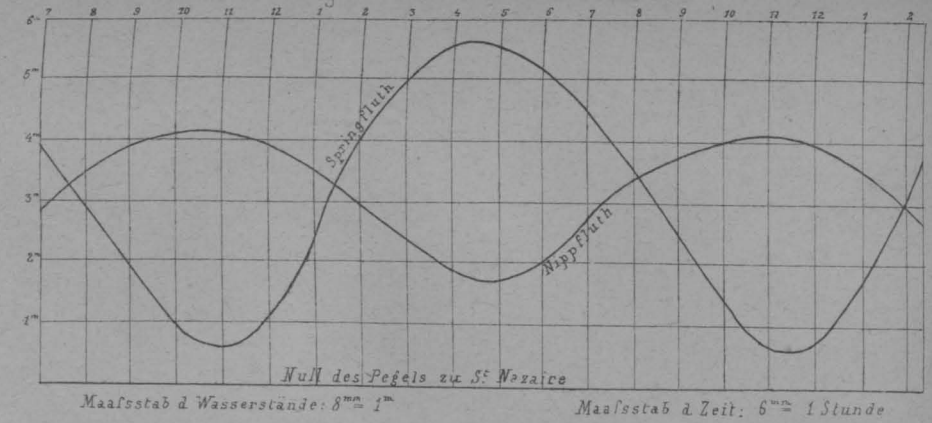


Fig. 2. Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Winde für die 4 Jahreszeiten zu St. Nazaire

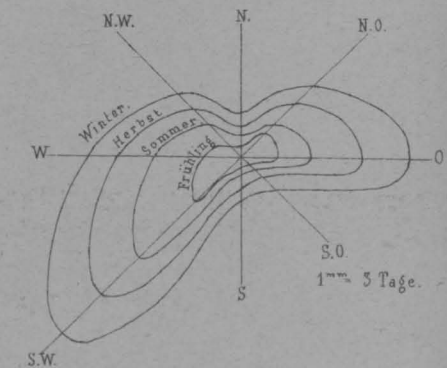


Fig. 4 Windenkurven für St. Nazaire

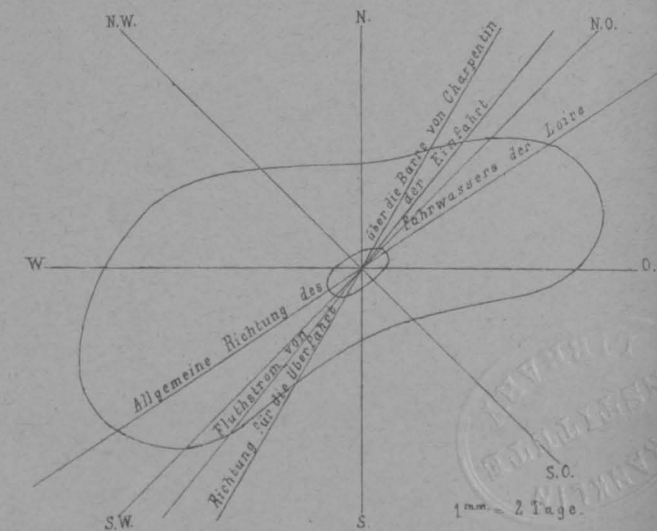




Fig. 1. Die Seine zwischen Rouen u. le Havre

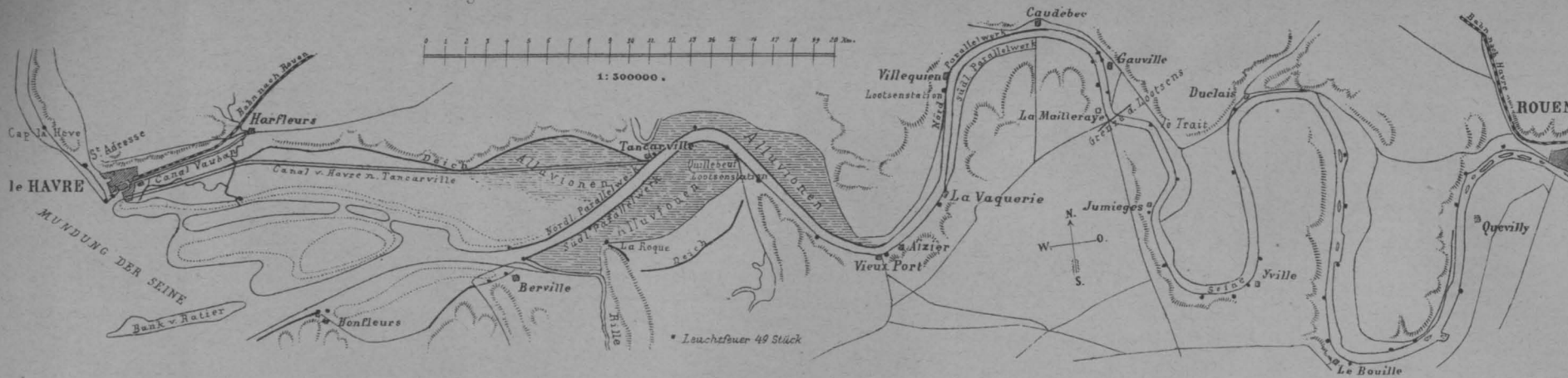


Fig. 2. Längenprofil der Seine zwischen Rouen u. le Havre

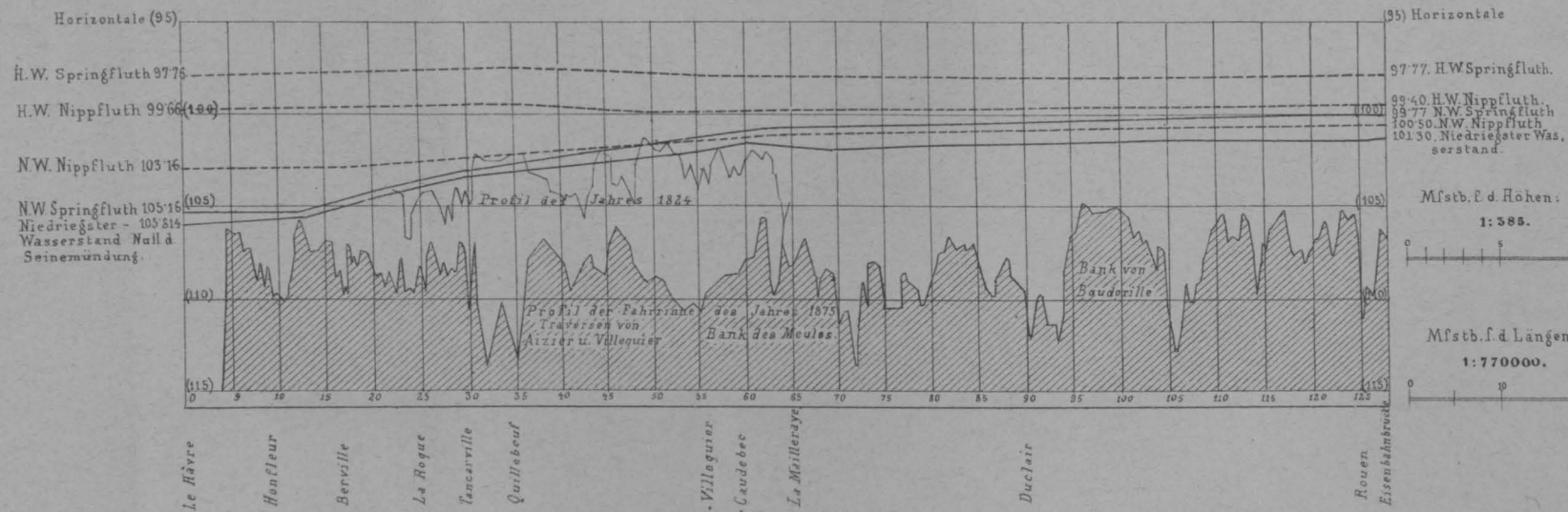


Fig. 3 u. 4. Fluthkurven zwischen Rouen u. Tancarville

Fig. 3. Fluthkurven der Springfluth vom 18. August 1856 für Rouen, Quillebeuf u. Tancarville

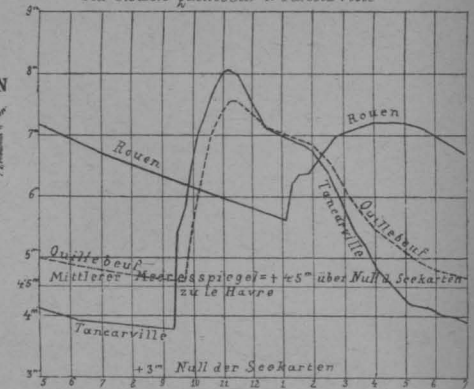


Fig. 4. Fluthkurven der Springfluth vom 19. Sept. 1876 für Rouen, Quillebeuf u. Tancarville

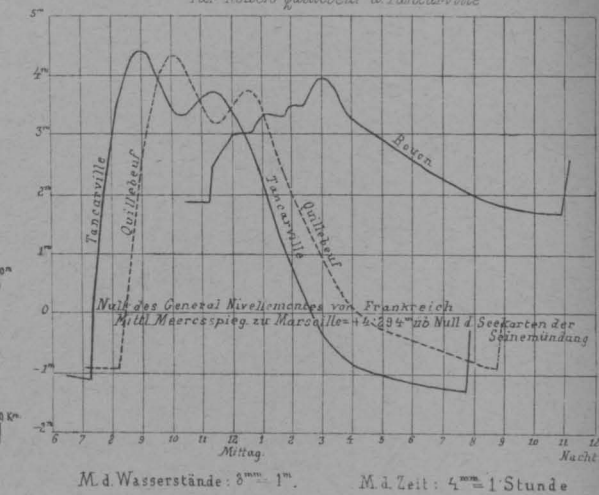


Fig. 5

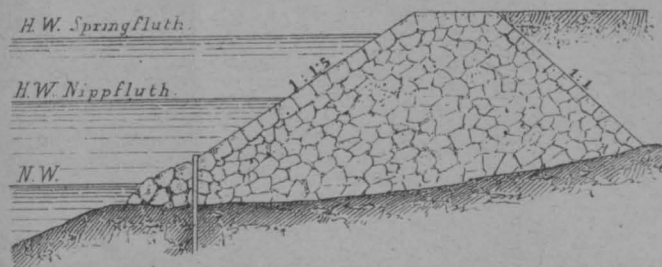


Fig. 6

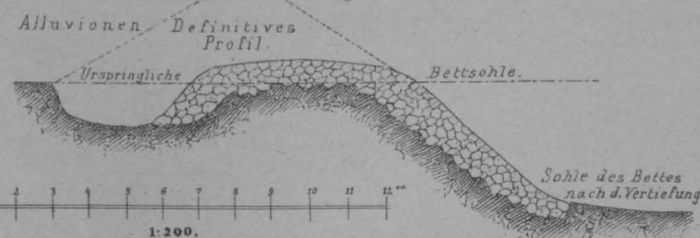


Fig. 7

Aussergewöhnl. H.W. Springfluth

H.W. Springfluth

H.W. Nippfluth.

N.W.

Niedrigst. Wasser.

H.W. Springfluth

H.W. Nippfluth.

N.W.

Niedrigst. Wasser.

Fig. 8 u. 9. Normalprofile des Seitenkanals zwischen le Havre u. Tancarville

Fig. 8. Profil zwischen le Havre u. Harfleurs

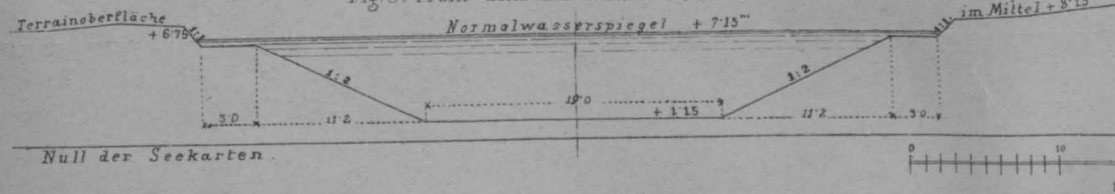
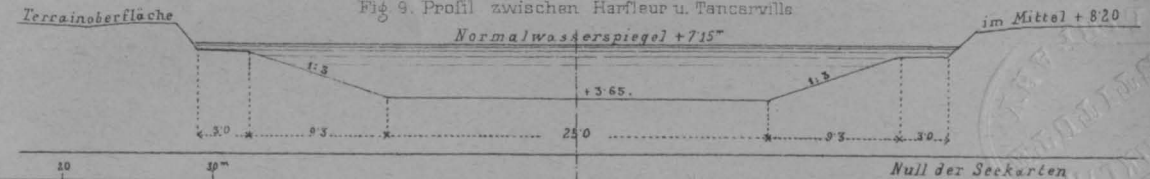


Fig. 9. Profil zwischen Harfleurs u. Tancarville



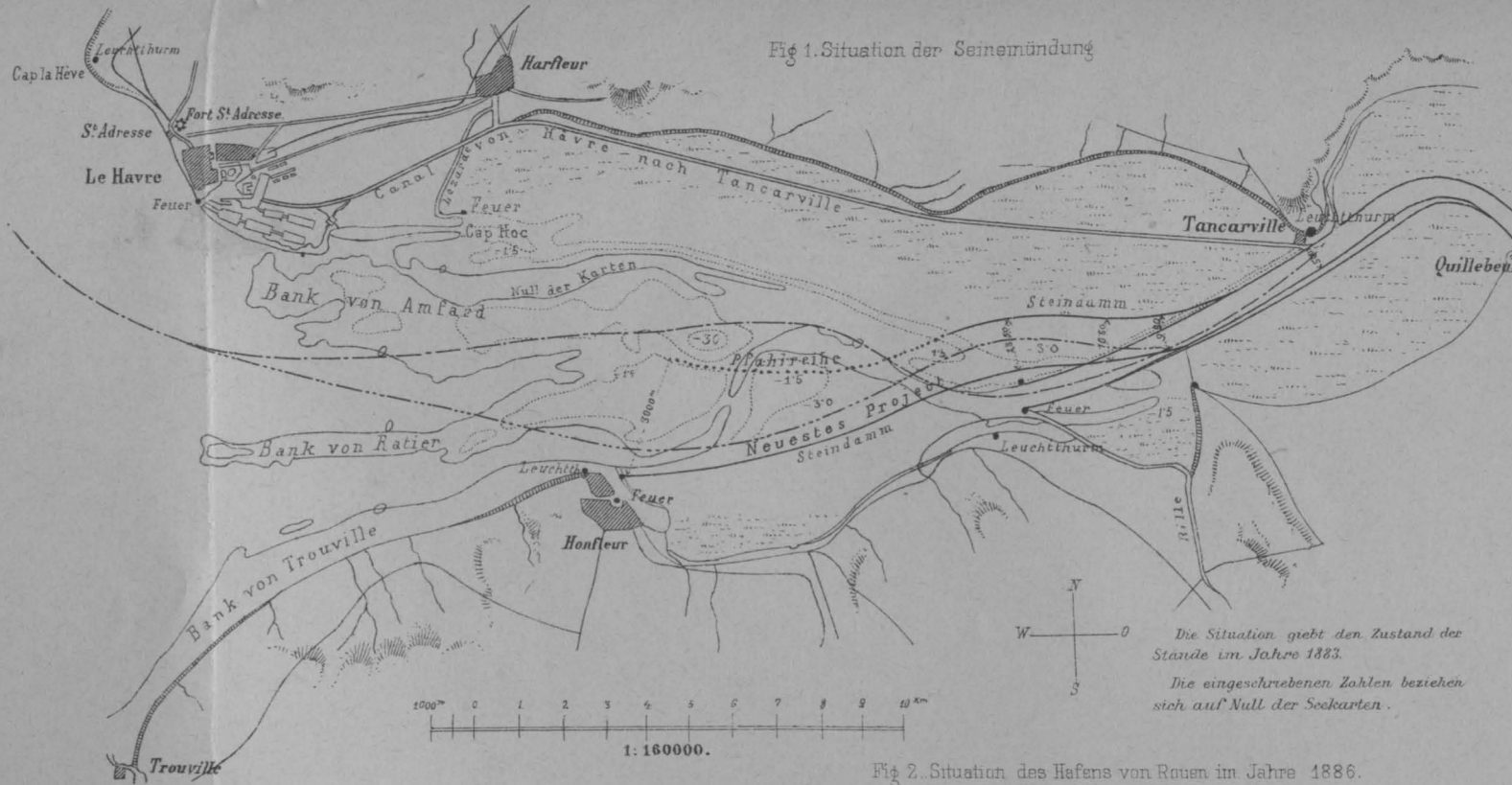


Fig 1. Situation der Seinemündung

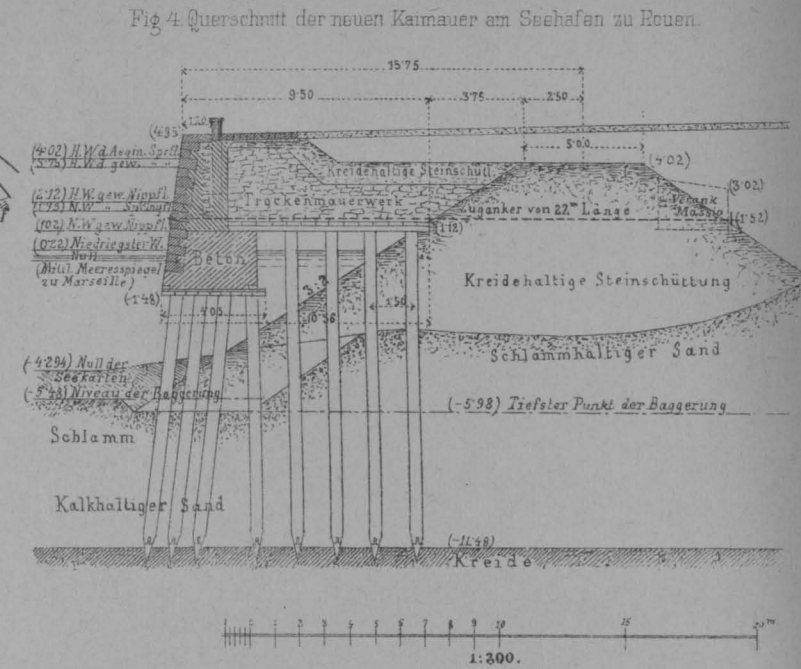


Fig 4. Querschnitt der neuen Kaimauer am Seehafen zu Rouen.

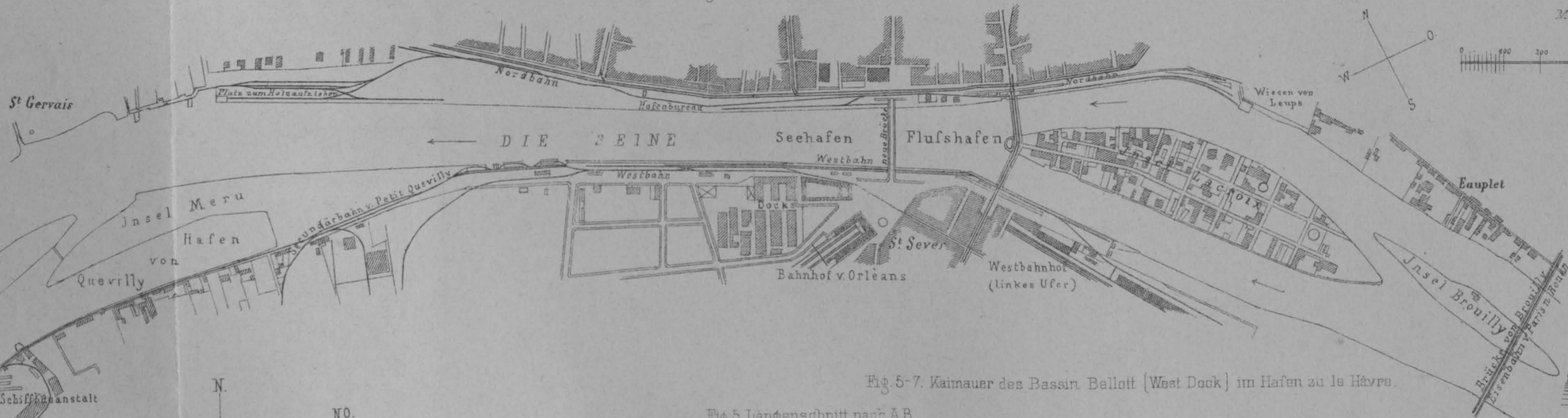


Fig 2. Situation des Hafens von Rouen im Jahre 1886.

Maßstab für Fig 2.  
1:15000.

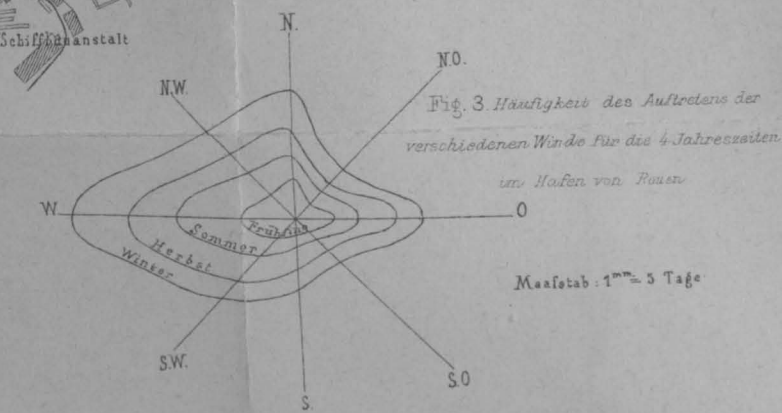


Fig 3. Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Winde für die 4 Jahreszeiten im Hafen von Rouen.

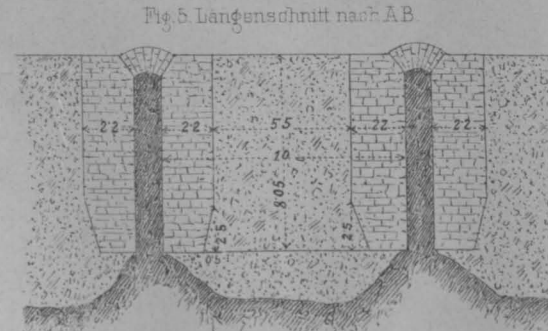


Fig 5. Längenschnitt nach AB.

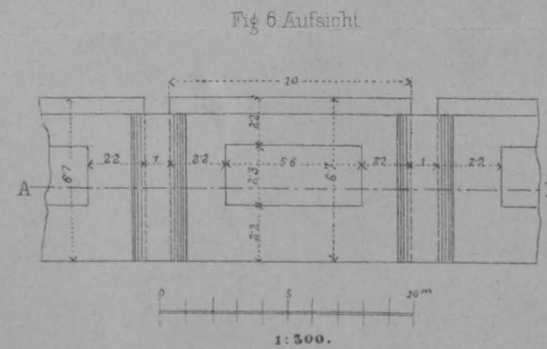


Fig 6. Aufsicht.

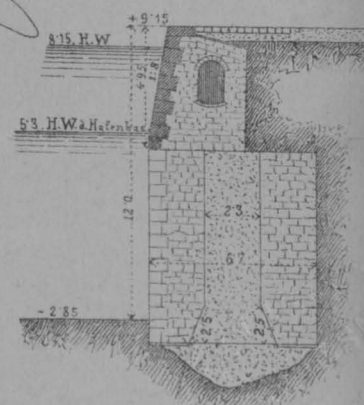


Fig 7. Querschnitt der Mauer nach ihrer Vollendung.

Fig 5-7. Kaimauer des Bassin Bellott (West Dock) im Hafen zu Le Havre.



Fig. 1 Mittlere Fluthkurven zu le Havre

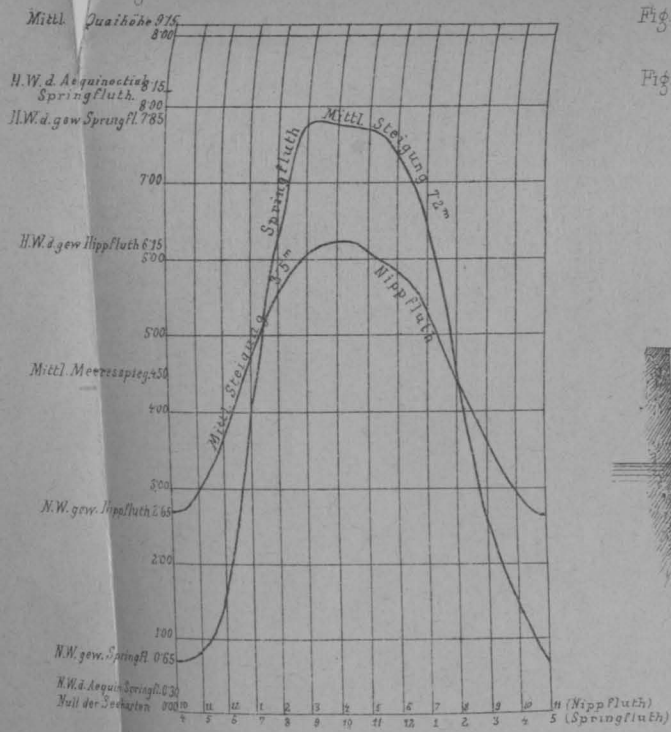


Fig. 2.4 Vergrößerung des Vorhafens

Fig. 2. Östliche Mauer u. Hafendamm

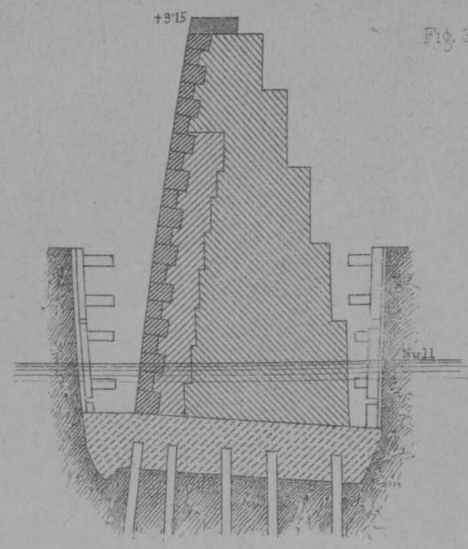


Fig. 3. Südliche Mauer

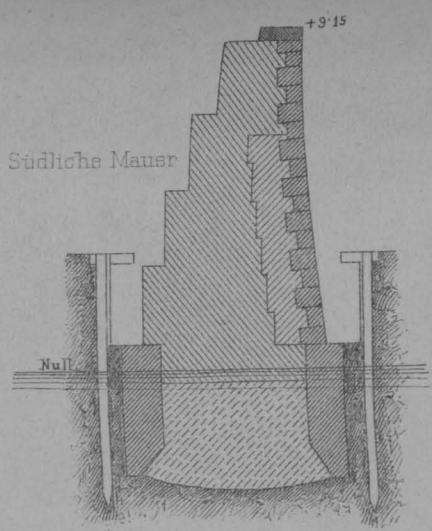


Fig. 4. Schwelle des Wellenbrechers

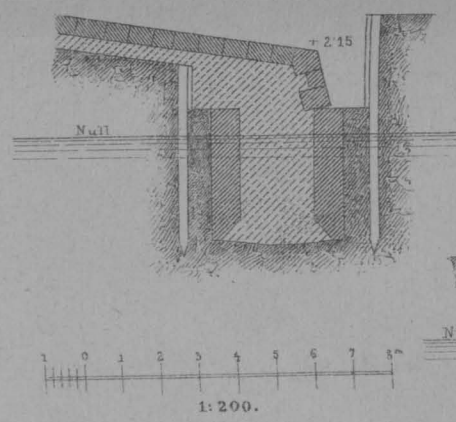
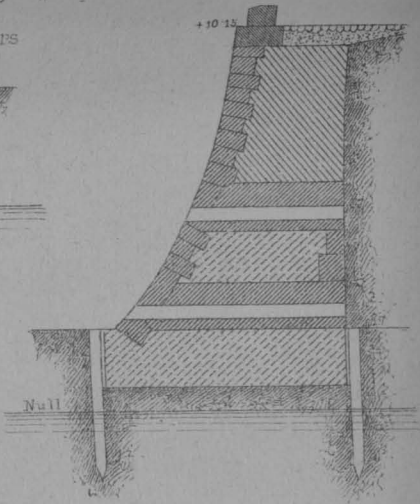


Fig. 5. Querprofil des Hafendammes von St. Jean



Maassstab der Höhen: 1 cm = 1 m.  
Zeit: 4 mm = 1 Stunde.

Fig. 6. Situation des Hafens von le Havre im Jahre 1886

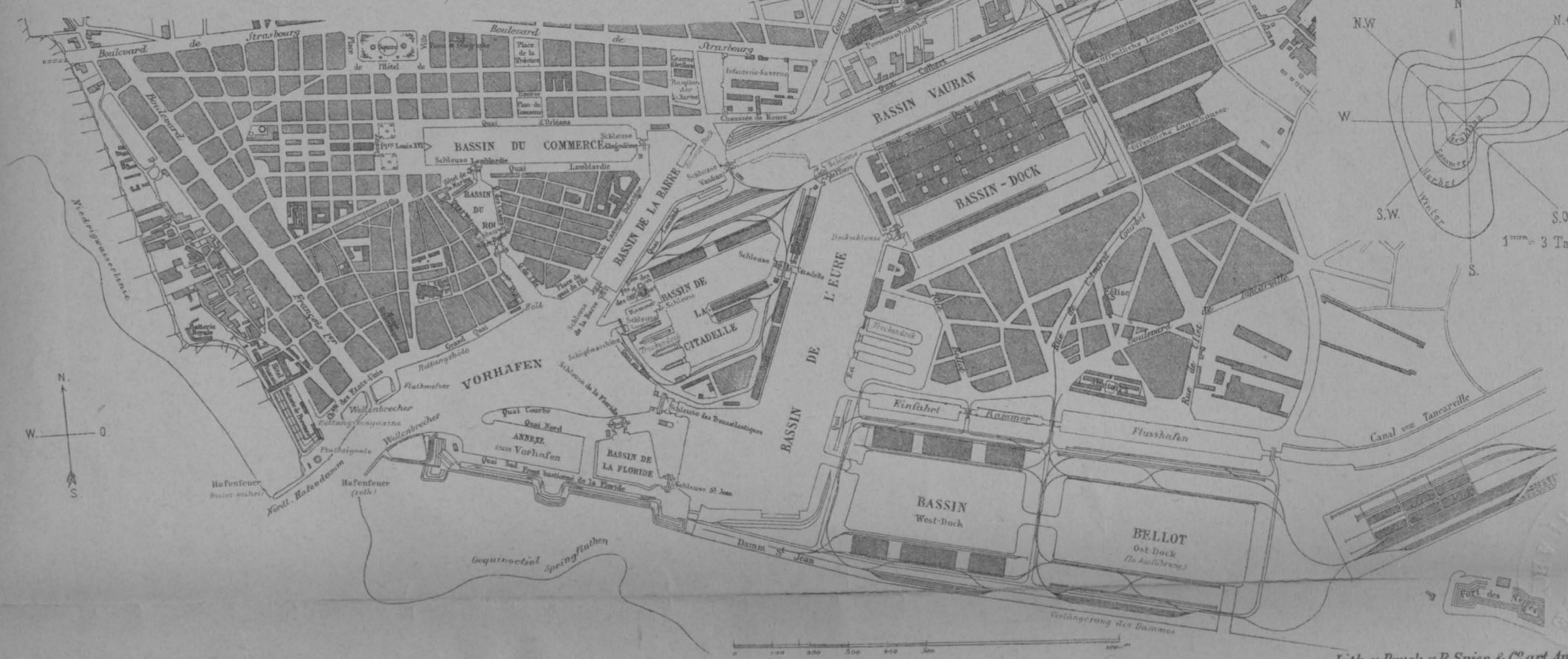


Fig. 7. Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Winde für die 4 Jahreszeiten im Hafen zu le Havre.

